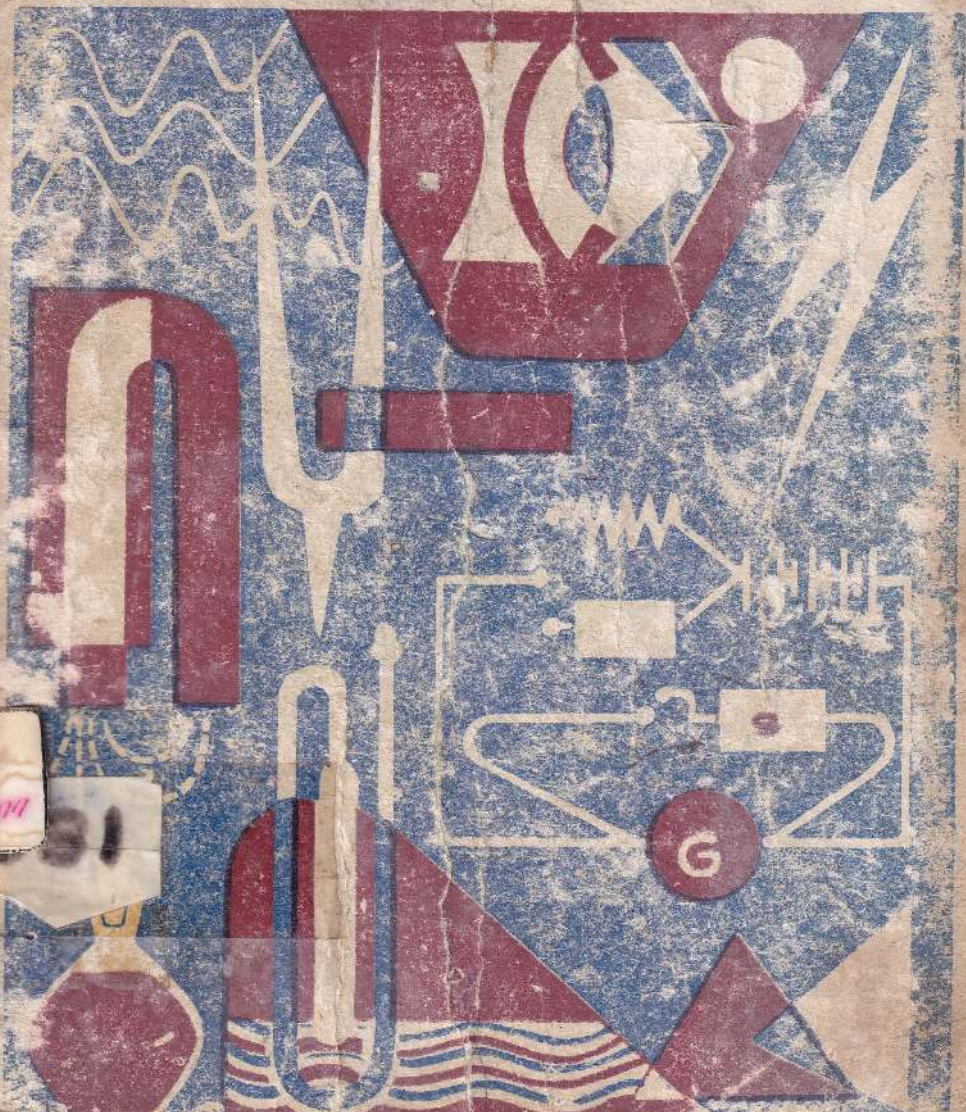


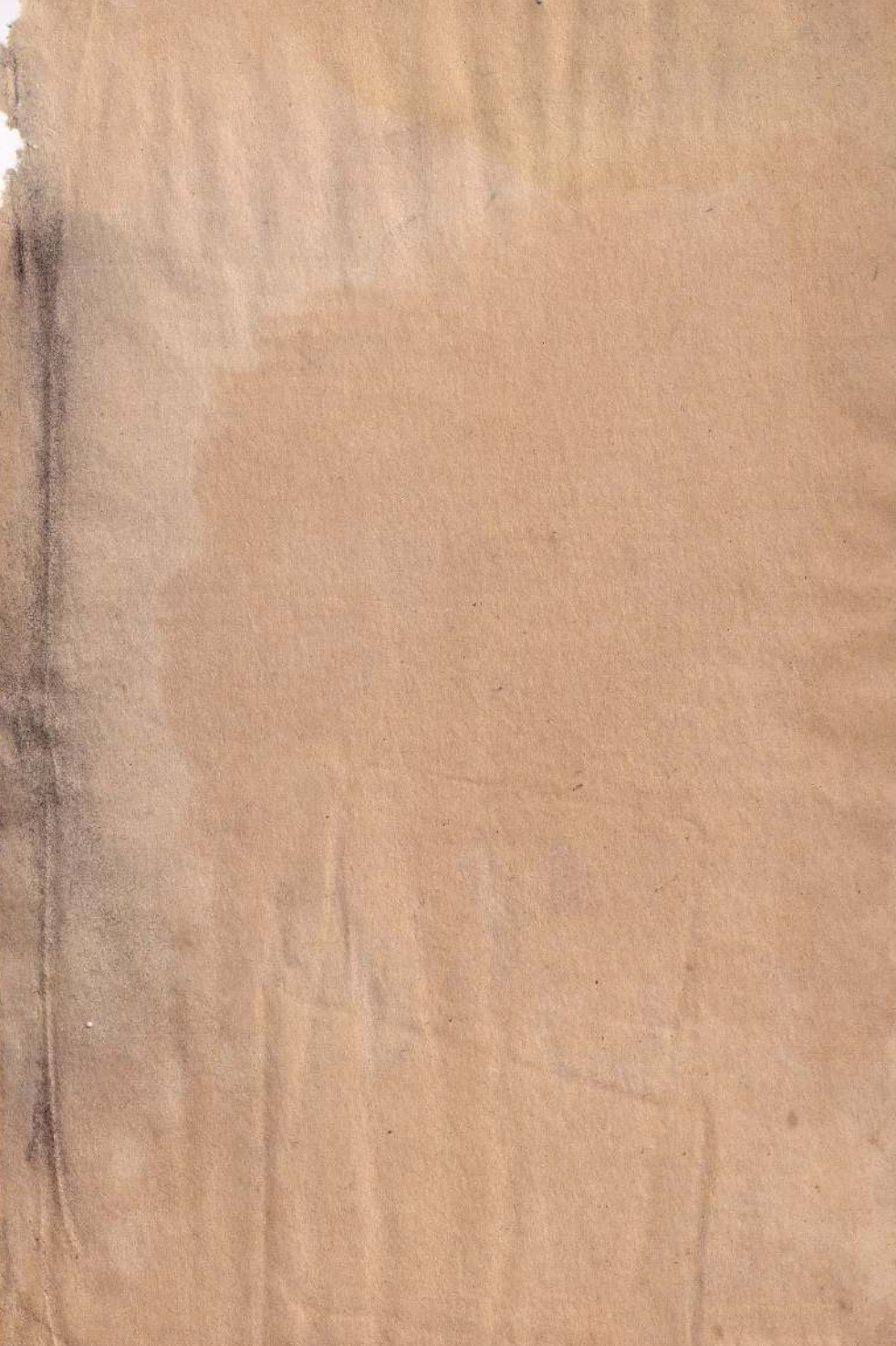
உயர் தர

பாடநூல் பொருள்கள்

PHYSICS
FOR G.C.E. (AL)
STUDENTS







உயர்தர
மாணவர் பௌதிகம்

க. பொ. த. ப. (உயர்தர) வகுப்புக்குரியது.

★

பொறியியலும்
சுடப்பொருளின் இயல்புகளும்

★

PHYSICS
FOR G. C. E. (A. L) STUDENTS

★

ஆசிரியர்:

திரு. ஜ. கருணாகரர், B. Sc: (Lond.)

யாழ். இந்துக் கல்லூரி,

யாழ்ப்பாணம்.

ஓதற்பதிப்பு:

அச்சுப்பதிவு:
நாமகள் அச்சகம், யாழ்ப்பாணம்.

மு க வு ரை

இந்நூல் உயர்தர மாணவர் பௌதிகத்தின் முதலாம் பகுதியாகும். இதனில் இயக்கவியல், நிலையியல், நீர் நிலையியல், சுடப்பொருளின் இயல்புகள் அடங்கியுள்ளன. க. பொ. த. ப. உயர்தர மாணவர்களுக்கு இது ஒரு சிறந்த நூலாக அமையுமென்பதில் ஐயமில்லை. மாணவர்களும் ஆசிரியர்களும் இந்நூலை வரவேற்பார்கள் என்பது எனது திடமான நம்பிக்கையாகும்.

யாழ்ப்பாணம்.

அ. கருணாகரர்

பொருளடக்கம்

பொறியியல்

பக்கம்

✓ அலகு	1	அளவைகளும் அலகுகளும், பரிமாணங்களும்	1 — 4
✓ அலகு	2	நேர்கோட்டியக்கம், வேகம், எறியம்	5 — 25
✓ அலகு	3	விசை, உந்தம், கணத்தாக்கு, வேலை, வலு சத்தி.	26 — 50
✓ அலகு	3 A	வட்ட இயக்கம், எளிய இசை இயக்கம்	51 — 67
✓ அலகு	4	விசைகள், விசைகளின் சமநிலை, புனியீர்ப்புமையம்	68 — 80
✓ அலகு	5	பொறிகள்	81 — 102
✓ அலகு	6	உராய்வு	103 — 112
✓ அலகு	7	நீர்நிலையியல்	113 — 132

சுட்பொருளின் இயல்புகள்

அலகு	1	மேற்பரப்பிழுவிசை	1 — 36
அலகு	2	மீள் தன்மை	37 — 51
அலகு	3	பாகுநிலை அல்லது பிசுபிசுப்பு	51 — 72
✓ அலகு	4	வேணியரும் திருகாணிக் கருவிகளும்	73 — 81

பிழை திருத்தம்

அலகு	9	சுட்பொருளியல்	—	அலகு 2 இன்
அலகு	10	சுட்பொருளியல்	—	அலகு 3 இன்

அளவைகளும் அலகுகளும், பரிமாணங்களும்

அளவைகளின் அலகுகள்

பௌதிகம் பிரதானமாகச் சடப்பொருள்களின் உடைமைகளைப் பற்றிய விஞ்ஞானமாதும். சடத்தின் உடைமைகளை அவதானித்து நன்கு ஆராய்ந்து அதன் விளைவாகக் கருதுகோள்கள், விதிகள் இயற்றப்பட்டுள்ளன. அவ்விதிகளை நிலைநாட்டுவதற்கு அளவைகளின் முக்கியத்துவம் இன்றியமையாது. விஞ்ஞான அளவீடுகள் எல்லாவற்றிற்கும் நீளம், திணிவு, நேரம் ஆகியன அடிப்படைக் கணியங்களெனத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் ஒன்றின் சார்பாகவோ அல்லது ஒன்றின் மேற்பட்டவை சார்பாகவோ வேறு எக்கணியங்களையும் விளக்கலாம். பரப்பு, கனவளவு, கதி முதலியன இக்கணியங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். இவை போன்றவை வழிக்கணியங்கள் எனப் பெயர்பெறும்.

ஏதாவதொரு பௌதிக கணியத்தை அளப்பதற்கு இம்மூன்று அடிப்படைக் கணியங்களிலுமிருந்தே நியமங்கள் அல்லது அலகுகள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வலகுகள் அடிப்படையிலான அலகுகள் எனப்படும். பரப்பு, கதி, அடர்த்தி முதலியவற்றினதும் மற்றும் இவைபோன்றவற்றினதும் அலகுகள் மேற்கூறிய மூன்று அலகுகளிலுமிருந்து பெறப்படுவனவையாதலால் அவை வழிஅலகுகள் எனப்படும். பரப்பு நீளத்தின் அலகு சார்பாகவும், கதி நீளத்தினதும் நேரத்தினதும், அடர்த்தி திணிவினதும் நீளத்தினதும் அலகுகள் சார்பாகவும் குறிக்கப்படுகின்றன.

பௌதிகத்தில் மூன்று வகையான அடிப்படை அலகுகள் நடைமுறையில் இருக்கின்றன.

(1) பிரித்தானிய முறை:- அடி — இறுத்தல் — செக்கன் மூறை இம்முறையில் நீளம் அடியிலும், திணிவு இறுத்தலிலும், நேரம் செக்கனிலும் அளவிடப்படும். இங்கு நீளத்தின் நியமம் யார். இது வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

பிரித்தானிய வணிகச் சங்கத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள வெண்கலச் சட்டத்தில் உள்ள ஒரு பொன் செருகிகளிலுள்ள குறுக்குக் கோடுகளின் மையங்களுக்கிடையே 62°F இல் உள்ள தூரம் யார் எனப்படும்.

இதன் மூன்றிலொரு பாகம் 1 அடியாகும்.

(2) மீற்றர் முறை:- சதமமீற்றர் — கிராம் — செக்கன் முறை

இம்முறையில் நீளம் சதமமீற்றரிலும், திணிவு கிராமிலும் நேரம் செக்கனிலும் அளவிடப்படும். இந்த நீளத்தின் நியமம் மீற்றர் ஆகும். இது வருமானு வரையறுக்கப்படும்.

பரீஸ் நகருக்கு அண்மையிலுள்ள செவ்ரெஸ் (Sevres) என்னும் இடத்தில் இருக்கும் நிறைகள் அளவைகளுக்கான சர்வதேச அலுவலகத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள பிளாற்றின் — இரிடியச் சட்டத்தின் செதுக்கப்பட்ட இரு கோடுகளுக்கிடையே 0°C இல் உள்ள தாரம் ஒரு மீற்றர் ஆகும்.

மீற்றர் தொகுதியைச் சேர்ந்த வேறு மீற்றர்முறை அலகுகள் கீற்றரினது 10 இன் மடக்காக அல்லது 10 இன் உபமடக்காக கீற்றருடன் தொடர்புடையவாக இருக்கின்றன.

உதாரணமாக

1 கிலோ மீற்றர்	=	1000 மீற்றர்கள்
1 மீற்றர்	=	100 சதமமீற்றர்கள்
1 சதம மீற்றர்	=	10 மில்லிமீற்றர்கள்

திணிவு அலகுகள்

(a) ச. க. செ. முறையில் திணிவு அலகு கிராம் ஆகும். இது நியமமீற்றர் பேணப்படும் அதே இடத்தில் இருக்கும் சர்வதேச மூலப்பிரதி கிலோகிராம் எனச் சொல்லப்படும் ஒரு குறித்த பிளாற்றின் — இரிடிய உருவியின் திணிவினது 1000 மடங்காகும். இவ்வுருளை 4°C இலுள்ள 1000 க. சமீ. தூய நீரின் நிறையுடையதெனக் கொள்ளப்பட்டது. ஆயிலும் அக்கனவளவு நீர் 999.972 கிராம் நிறையுடையதாகக்காணப்பட்ட போதிலும் செய்முறையில் 4°C இலுள்ள 1 க. சமீ. தூயநீரின் திணிவு 1 கிராம் திணிவுக்குச் சமனெனக் கொள்ளப்படுகின்றது.

(b) அ. இ. செ. முறையில் திணிவு அலகு இருத்தல் ஆகும். இது "P. S. 1844, 1 இருத்தல்" எனக் குறிக்கப்பட்ட ஒரு குறித்த பிளாற்றின் உருவியின் திணிவு ஆகும். இதவும் நியமனார் பேணப்படும் அதே இடத்தில் பேணப்படுகின்றது.

(3) மீற்றர் — கிலோகிராம் — செக்கன் முறை
இம் முறையில் திணிவு கிலோ கிராம், நீளம் மீற்றர், நேரம் செக்கன் ஆகும்.

மேற்கூறிய மூன்று முறைகளுக்கும் நேர அவகு செக்கன் ஆகும். இது சராசரி ஞாயிற்று நாளை 86400 மடங்காகும்.

ஞாயிற்று தான் என்பது ஞாயிறு ஏதாவதோர் இடத்தில் உச்ச நெடுங்கோட்டை இருதரம் அடுத்தடுத்துக் கடப்பதற்கு எடுக்கும் நேர இடையாகும்.

பௌதிகக் கணியங்களின் பரிமாணங்கள்

பௌதிகத்தில் கணியங்களின் அளவைகளுக்கே முக்கியத்துவம் பெரிதும் அளிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. பௌதிகக் கணியங்களை, அடிப்படக் கணியங்களாகிய நீளம், திணிவு, நேரம் ஆகியவற்றின் சார்பாகத் திட்டவாட்டமாக விளக்குவதற்குப் பரிமாணங்கள் உறுதுணையாக இருக்கின்றன. பௌதிகக் கணியமொன்றின் பரிமாணங்கள் என்ன வென்பதைப் பின்வரும் வரையறை தெளிவுபடுத்தும்.

பௌதிகக் கணியமொன்றைக் குறித்தற்பொருட்டு, அடிப்படக் கணியங்களாகிய நீளம், திணிவு, நேரம் ஆகியன என்ன அடுக்குகளுக்கு உயர்த்தப்படுகின்றனவோ அவ் அடுக்குகளை அப் பௌதிகக் கணியத்தின் பரிமாணங்கள் ஆகும்.

நீளம் என்னும் கணியம் [L] என்னும் குறியீட்டினாலும், திணிவு [M] என்னும் குறியீட்டினாலும், நேரம் [T] என்னும் குறியீட்டினாலும் குறிக்கப்படும். இக்குறியீடுகள் சார்பாக, கணியங்கள் சிலவற்றின் பரிமாணங்களைப் பின்வருமாறு குறித்துக் காட்டலாம்.

$$\begin{aligned} \text{பரப்பு} &= \text{நீளம்} \times \text{அகலம்} \\ \text{குறியீட்டின் மூலம் [A]} &= [L] \times [L] = [L]^2 \\ &\text{என விளக்கப்படும்.} \end{aligned}$$

இங்கு பரப்பின் பரிமாணங்கள் நீளத்தின் சார்பாக 2 எனப்படும். கனவளவு = நீளம் \times அகலம் \times உயரம்

$$[V] = [L] \times [L] \times [L] = [L]^3$$

இங்கு கனவளவின் பரிமாணங்கள் நீளத்தின் சார்பாக 3 எனப்படும்.

$$\begin{aligned} \text{அடர்த்தி} &= \frac{\text{திணிவு}}{\text{கனவளவு}} = \frac{[M]}{[L]^3} \\ &= [M] [L]^{-3} \end{aligned}$$

இங்கு அடர்த்தியின் பரிமாணங்கள் திணிவின் சார்பாக 1 நீளத்தின் சார்பாக - 3 எனப்படும்.

பரிமாணங்களால் ஒரு பெளதிகக் கணியத்தை விளக்குவதற்கு, முக்கியமாக அக்கணியத்தின் வரையறை தெரிந்திருத்தல் வேண்டும். வரையறைப்பட்டி, [M], [L], [T] என்னும் குறியீடுகளைத் தக்கவாறு பிரயோகித்து அவற்றின் சார்பாக கணியத்தின் பரிமாணங்களைத் துணியலாம்.

பரிமாணங்களைப் பிரயோகித்து (1) கணியங்களின் அலகுகளை ஒர் அலகுத் தொகுதியிலிருந்து இன்னோர் அலகுத் தொகுதிக்கு மாற்றலாம். (2) பெளதிகக் கணியங்களுக்குச் சமன்பாடுகளைப் பெறலாம். (3) ஒரு சமன்பாட்டின் செம்மையை வாய்ப்புப் பார்க்கலாம்.

பரிமாணங்களின் பிரயோகம், தேவைக்கேற்ப பின்னே தொடரும் அத்தியாயங்களில் பயன்படுத்தப்படும். ஆயினும் சில கணியங்களுக்கு பரிமாணங்கள் இங்கு காட்டப்படுகின்றன.

$$\text{வேகம் } V = \frac{\text{தூரம்}}{\text{நேரம்}} = \frac{L}{T} = LT^{-1}$$

$$\text{ஆர்முடுகல் } (I) = \frac{\text{வேகம்}}{\text{நேரம்}} = \frac{L}{T^2} = LT^{-2}$$

$$\text{விசை } (F) = \text{திணிவு} \times \text{ஆர்முடுகல்}$$

$$F = MLT^{-2}$$

$$\begin{aligned} \text{வேலை } W &= \text{விசை} \times \text{தூரம்} \\ &= MLT^{-2} \times L = ML^2 T^{-2} \end{aligned}$$

$$\text{வலு } P = \frac{\text{வேலை}}{\text{நேரம்}} = \frac{ML^2 T^{-2}}{T}$$

$$= ML^2 T^{-3}$$

$$\text{அழுக்கம்} = \frac{\text{விசை}}{\text{பரப்பு}} = \frac{MLT^{-2}}{L^2}$$

$$= ML^{-1} T^{-2}$$

$$\text{மேற்பரப்பிழுவிசை} = \frac{\text{விசை}}{\text{நீளம்}} = \frac{MLT^{-2}}{L}$$

$$= MT^{-2}$$

அலகு 2

இயக்கவியல்

நேர்கோட்டியக்கம், வேகம், எறியம்

நேர்கோட்டில் நிகழும் இயக்கம்

பெயர்ச்சி:- ஒரு பொருளின் நிலையம், அதன் குழுவைப் பொறுத்த மாதிரித்தில். மாறும்பொழுது அப்பொருள் பெயர்ச்சி அடைகின்றது எனப்படும். அதாவது பொருளின் நிலைய மாற்றம் அதன் பெயர்ச்சி எனப்படும். பெயர்ச்சிக்குப் பருமனும் திசையும் போன்ற

கூடும் உண்டு. உதாரணமாக O இல் இருந்து A இற்கு அல்லது A இல் இருந்து O இற்கு ஒரு பொருள் பெயர்க்கப்படலாம் (படம் 1). இங்கு இத் திசைகள் இரண்டும் எதிரான போக்கை உடையன.

பருமனும் திசையும் உடைய ஒரு கணியம் காவிக்கணியம் எனப்படும். எனவே பெயர்ச்சி ஒரு காவிக்கணியம். இத்தகைய கணியத்தை வரிப்படத்தில் ஒரு நேர்கோட்டின் நீளத்தினாலும் திசையினாலும் குறிக்கலாம்.

கதி:-

ஓர் அலகு நேரத்தில் ஒரு பொருள் செல்லும் தூரம் கதி எனப்படும். ஒரு பொருள் ஒரு நேர்கோட்டில் அல்லது ஒரு வளைந்த பாதையில் S என்னும் தூரத்தை t என்னும் நேரத்தில் கடக்குமாயின், அதன் கதி = $\frac{S}{t}$ ஆகும்.

இத்தூரத்தை கடக்கும் போது, நேர இடைகள் எத்துனைச் சிறியவையாயினும், சமநேர இடைகளில் சமதூரங்களைக் கடந்து செல்லுமாயின் பொருளின் கதி சீரானதெனப்படும். ஒரு பொருளின் சராசரிக் கதியைப் பின்வருமாறு பெறலாம்.

$$\text{சராசரிக் கதி} = \frac{\text{கடக்கப்பட்ட தூரம்}}{\text{கடத்தற்குள்ளுத்தநேரம்}}$$

கதி பருமன் மட்டும் உடைய ஒரு கணியம் ஆதலினால் அது ஓர் எண்ணிக்கணியமாகும். பருமனை மட்டும் உடைய எக் கணியமும் எண்ணிக்கணியம் எனப்படும். இதற்கு நானாயம், பரப்பு, ஆடர்த்தி, கனவளவு, போன்றவை வேறு உதாரணங்களாகும்.

வேகம்:-

ஒரு பொருள் குறித்தவொரு திசையில் இயங்கும்பொழுது அத் திசையின் வழியே அப்பொருளின் கதி அதன் வேகம் எனப்படும். எனவே வேகத்திற்கு பருமனும் திசையும் உண்டு. இது ஐரு காவிக்கணியமாகும்.

பொருளொன்றின் வேகம் அதன் பெயர்ச்சிவீதம் எனவும் சொல்லப்படும். வேகம் கதியைப்போல் மாறுகின்றதாகவுமிருக்கும் அல்லது சீரானதாகவுமிருக்கும். நேரஇடைகள் எத்துணைச் சிறியன வாயினும், சமநேர இடைகளில் சமதூரங்களை குறித்தவொரு திசையில் ஒரு பொருள் கடந்து செல்லுமாயின் அதன் வேகம் சீரானதெனப்படும்.

ஆர்முடுகல்:-

ஒரு கணத்தில், ஓர் இயங்கும் பொருளின் வேகமாற்ற வீதம், அக்கணத்தில் அப்பொருளின் ஆர்முடுகல் எனப்படும்.

ஒரு மோட்டாக்காரானது உறுதியான ஆர்முடுகலுடன் 27 கிமீ / மணி வேகத்திலிருந்து 54 கிமீ / மணி வேகத்தை 10 செக்கன்களில் அடையுமெனின்,

$$\begin{aligned} \text{அதன் ஆர்முடுகல்} &= \frac{(54 - 27) \text{ கிமீ / மணி}}{10 \text{ செக்}} \\ &= 2.7 \text{ கிமீ / மணி / செக்.} \end{aligned}$$

அல்லது

$$\begin{aligned} \text{ஆர்முடுகல்} &= \frac{(1500 - 750) \text{ சமீ / செக்}}{10 \text{ செக்.}} \\ &= 75 \text{ ச.மீ. / செக் / செக்.} \end{aligned}$$

இதனை 75 சமீ/செக்² அல்லது 75 Cm s⁻² எனவும் குறிக்கலாம்.

சீரான ஆர்முடுகல்:-

நேர இடைகள் எத்துணைச் சிறியனவாயினும், சமநேர இடைகளில் சமஅளவுகளால் ஓர் இயங்கும் பொருளின் வேகம் மாறுமாயின், அதன் ஆர்முடுகல் சீரானதெனப்படும்.

ஒரு நேர்க்கோட்டில் சீரான ஆர்முடுகல் f உடன் இயங்கும் பொருளொன்றின் வேகம் u என்னும் பெறுமானத்திலிருந்து v என்றும் பெறுமானத்திற்கு அதிகரிக்க t செக்கன்கள் செல்லுமாயின்,

ஆதன் ஆர்முடுகல் $f = \frac{v - u}{t}$ (வரைவிலக்கணத்தின்படி)

இதிலிருந்து $v = u + ft$ (1) பெறப்படும்.

சீரான ஆர்முடுகலுடன் செல்லப்படும் தூரம். இயக்கச் சமன்பாடுகள் u என்னும் ஆரம்ப வேகத்துடனும் f என்னுஞ் சீரான ஆர்முடுகலுடனும் இயங்கி v என்னும் இறுதி வேகத்தை t செக்கன்சுக்குப்பின் பெறுகின்ற ஒரு பொருளைக் கருத்திற் கொள்ள. அப்பொருள் t செக்கன்சுகளில் செல்லும் s என்னுந் தூரம் வருமாறு பெறப்படும்.

$$s = \text{சராசரி வேகம்} \times t$$

$$= \frac{1}{2} (u + v) \times t$$

$$\text{ஆனால் } v = u + ft$$

$$s = \frac{1}{2} (u + u + ft) \times t$$

$$= \frac{1}{2} (2u + ft) \times t$$

$$s = ut + \frac{1}{2} ft^2 \quad \text{----- (2)}$$

மேலும் சமன்பாடு (1) இலிருந்து $t = \frac{v - u}{f}$ ஆனைப் பெறலாம். இதனைச் சமன்பாடு (2) இல் பிரதியிட்டால் t நீக்கப்படும். அப்பொழுது பெறப்படும் சமன்பாடு பின்வருமாறு இருக்கும்.

$$s = u \left(\frac{v - u}{f} \right) + \frac{1}{2} f \left(\frac{v - u}{f} \right)^2$$

$$= \frac{uv}{f} - \frac{u^2}{f} + \frac{1}{2} f \left(\frac{v^2 - 2uv + u^2}{f^2} \right)$$

$$= \frac{uv}{f} - \frac{u^2}{f} + \frac{1}{2} \frac{v^2}{f} - \frac{uv}{f} + \frac{u^2}{2f}$$

$$s = \frac{v^2}{2f} - \frac{u^2}{2f}$$

$$\therefore v^2 = u^2 + 2fs \quad \text{----- (3)}$$

இதுவே u, v, f, s என்பனவற்றை இணைக்கும் இயக்கச் சமன்பாடு

சமன்பாடுகள் (1), (2), (3) ஆகியன ஒரு நேர் கோட்டில் சீரான ஆர்முடுகலுடன் இயங்கும் பொருளின் இயக்கச் சமன்பாடுகளாகும். பொருள் சீரான அமர்முடுகலையுடையதெனின் f எதிர்ப் பெறுமானம் உடையதாகும்.

சமன்பாடு (3) இனைப் பின்வரும் முறையாலும் பெறலாம்.

$$s = \frac{1}{2} (u + v) \times t$$

$$\therefore 2s = (u + v) \times t$$

$$\therefore 2fs = (u + v) ft$$

ஆனால் $ft = v - u$ (சமன்பாடு (1) இலிருந்து)

\therefore இதனை மேற்சமன்பாட்டில் பிரதியிடுக

$$\text{அதாவது } 2fs = (u + v) (v - u)$$

$$= (v + u) (v - u)$$

$$= v^2 - u^2$$

$$\therefore v^2 = u^2 + 2fs$$

உதாரணங்கள்

(1) 1500 சமீ. / செக் வேகத்துடன் இயங்கும் ஒரு கார் செக்களுக்குச் செக்கன் 3 மீற்றர் சீரான ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்திச் செல்லுகின்றதாயின், ஆர்முடுகலுடன் இயங்கத் தொடங்கிய இடத்திலிருந்து 3000 சமீ. / செக். வேகத்தை அடையும் இடத்திற்கு உள்ள தூரத்தையும், இத்தூரத்தைக் கடக்க எடுக்கும் நேரத்தையும் கணிக்க.

$$(i) \quad \text{ஆர்முடுகல் } f = 3 \text{ மீற்றர் / செக்}^2$$

$$= 300 \text{ சமீ. / செக்}^2$$

$$v^2 = u^2 + 2fs \text{ ஐ உபயோகிக்க}$$

$$(3000)^2 = (1500)^2 + 2 \times 300 \times s$$

$$s = \frac{3000^2 - 1500^2}{600}$$

$$= 11250 \text{ சமீ.}$$

$$(ii) \quad v = u + ft \text{ ஐ உபயோகிக்க}$$

$$3000 = 1500 + 300 t$$

$$300t = 3000 - 1500$$

$$t = \frac{1500}{300} = 5$$

$$t = 5 \text{ செக்.}$$

(2) 64 கிமீ. / மணி வேகத்தில் இயங்கும் ஒரு புகைவண்டி ஒய்வுக்கு 200 மீற்றர் தூரத்திற்குள் கொண்டுவரப்படுகின்றது. அதன் சீரான அமர்முடுகலையும், 200 மீற்றர் செல்ல எடுக்கும் நேரத்தையும் காண்க.

$$(i) \quad 64 \text{ கி.மீ. / மணி} = \frac{64 \times 10^3}{60 \times 60} = 1.777 \times 10^3 \text{ சமீ/செக்}$$

$$200 \text{ மீற்றர்} = 200 \times 10^2 \text{ சமீ}$$

$$v^2 = u^2 - 2fs \text{ இனை உபயோகிக்க.}$$

$$0 = (1.777 \times 10^3)^2 - 2 \times 1 \times 200 \times 10^2$$

$$f = \frac{1.777 \times 10^3 \times 1.777 \times 10^3}{2 \times 200 \times 10^2}$$

$$= 78.94 \text{ சமீ / செக்}^2$$

$$(ii) \quad v = u - ft \text{ இனை உபயோகிக்க}$$

$$0 = 1.777 \times 10^3 - 78.94 t$$

$$t = \frac{1.777 \times 10^3}{78.94}$$

$$= 22.5 \text{ செக்.}$$

புவியீர்ப்பினில் இயக்கம்

சயாதீனமாகத் தரையைநோக்கி விழும் பொருளொன்றின் இயக்கத்தை ஆராயுமிடத்து, அதன் இயக்கம், வளித்தடை புறக்கணிக்கப்படின், சீரான ஆர்முடுகல் உடையதெனக் கருதப்படும்.

ஓய்விருந்து விழும் பொருள் t செக்கனுக்குப்பின் பெறும் வேகம் $v = gt$ என்பதனாலும்

அதே t இனில் பொருள் விழும் தூரம் $s = \frac{1}{2}gt^2$ என்பதனாலும் தரப்படும் g இன் பெறுமானம் இடத்துக்கு இடம் புவியின் மேற்பரப்பில் மாறுகின்ற ஒரு கணியமாகும் இதன் பெறுமானம் ச. கி. செ. தொகுதியில் ஏறத்தாழ 981 சமீ./செக்^2 உம், ச. அ. இல் 10 ms^{-2} அ. இ. செ. தொகுதியில் ஏறத்தாழ 32 அடி / செக்^2 உம் ஆகும்.

ஓய்விருந்து h தூரத்திற்கூடாக விழுகின்ற பொருள் பெறும் வேகம்

$$v^2 = 2gh$$

$$v = \sqrt{2gh} \text{ இனால் தரப்படும்.}$$

நிலைக்குத்தாகவும் கீழ் மகமாகவும் பொருளொன்று ஓர் ஆரம்ப வேகம் u உடன் எறியப்படுமாயின் t செக்கன்களுக்குப் பின்

$$\text{அதன்} \quad v = u + gt$$

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = u^2 + 2gh \quad (h = \text{பொருள் விழுகின்ற உயரம்})$$

பொருள் நிலைக்குத் தரவுகவும் மேல்முகமாகவும் u என்றும் வேகத்தினால் எறியப்படின், t செக்கன்களுக்குப் பின், அதன்

$$v = u - gt$$

$$s = ut - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = u^2 - 2gh \quad (h = t \text{ செக்கனில் அடைந்த உயரம்})$$

மிசக்கடிய உயரத்தை அடைதற்கு எடுக்கும் நேரத்தை காண்பதற்கு $v = u - gt$ என்னுள் சமன்பாட்டில் u ற்று வேகம் $v = 0$ ஆகும்.

$$\text{அதன்பொருட்டு,} \quad 0 = u - gt$$

$$\therefore t = \frac{u}{g} \text{ ஆகும்.}$$

சென்ற மிசக்கடிய உயரம் காண்பதற்கு

$$v^2 = u^2 - 2gh \text{ இனி}$$

$$v = 0 \text{ ற்ப் பிரதியிட்டால்,}$$

$$h = \frac{u^2}{2g} \text{ பெறப்படும்.}$$

h இன் பெறாமல் மிசக்கடிய உயரத்தைத் தருவதற்கும்.

உதாரணங்கள்:

(i) கட்டிடம் ஒன்றின் உச்சிரிலிருந்து விழவிடப்பட்ட கல் னொன்று 3 செக்கன்களில் தரையை அடைசின்றது. கட்டிடத்தின் உயரத்தையும், தரையில் விழும்பொழுது அதன் வேகத்தையும் காண்க. ($g = 980 \text{ ச.மீ / செக்}^2$)

(i) கட்டிடத்தின் உயரத்தை h மீ எனக் கொள்க.

$$\text{இங்கு} \quad u = 0 \text{ ஆதலினால்}$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\therefore h = \frac{1}{2} \times 980 \times 9$$

$$= 4.9 \times 9$$

$$= 44.10 \text{ மீ}$$

\therefore கட்டிடத்தின் உயரம் = 44.1 மீற்றர்

(ii) $v = u + gt$ ற் உபயோகிக்க

$$\therefore v = 0 + 980 \times 3$$

$$= 2940 \text{ மீ / செக்.}$$

தரையில் விழும்பொழுது கல்லின் வேகம் = 2940 மீ/செக்.

(2) ஒரு கல் விழவிடப்பட்ட 1 செக்கனுக்குப் பின் இன்னொரு கல் 1800 சமீ/செக். ஆரம்ப வேகத்துடன் எறியப்பட்டது. இரண்டாவது கல் முதலாவது கல்வினை எங்கே, எப்பொழுது கடக்கும் என்பனவற்றைக் கணிக்க. ($g = 980$ சமீ/செக்²)

(i) இரண்டாவது கல் முதலாவது கல்லைக் கடக்கும்பொழுது எடுத்த நேரம் t செக் எனவும், விழுந்த தூரம் h எனவும் கொள்க. முதலாவது கல்லைக் கருத்திற் கொள்க. அது விழுந்த தூரமும் h ஆகும். அத்துடன் இதற்குடாக விழ எடுத்த நேரம் = $(t + 1)$ செக்.

$$\therefore h = \frac{1}{2} g (t + 1)^2 = 490 (t + 1)^2 \quad \text{----- (1)}$$

இரண்டாவது கல்லைக் கருத்திற் கொண்டால்,

$$h = ut + \frac{1}{2} g t^2 = 1800t + 490t^2 \quad \text{----- (2)}$$

$$\therefore 1800t + 490t^2 = 490 (t^2 + 2t + 1) = 490t^2 + 980t + 490$$

$$\therefore 820t = 490$$

$$t = \frac{490}{820} = \frac{49}{82} \text{ செக்.}$$

முதலாவது கல் விழவிடப்பட்ட நேரத்திலிருந்து நேரங்களிக் கப்பட்டால் கடக்க எடுத்த நேரம் = $1 + \frac{49}{82} = 1 \frac{49}{82}$ செக்.

ஆகும்.

கடக்கும்பொழுது இரண்டும் விழுந்த தூரங்கள்

$$h = 490 (t + 1)^2 = \frac{490 \times 131 \times 131}{82 \times 82} = 1250.57 \text{ சமீ.}$$

(3) நீலைக்குத்தாகவும், மேல்முகமாகவும் ஒரு கல் 30 மீ/செக் வேகத்துடன் எறியப்பட்டுள்ளது. தரையில் இருந்து 40 மீற்றர் உயரத்தை கல் கடக்கும் நேரங்களைக் கணிக்க. ($g = 10$ மீ/செக்²)

$h = ut - \frac{1}{2} g t^2$ என்னும் சமன்பாட்டை உபயோகிக்க.

$$40 = 30t - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$$

$$40 = 30t - 5t^2$$

$$t^2 - 6t + 8 = 0$$

$$(t - 2)(t - 4) = 0$$

$$t = 2 \text{ செக் அல்லது } t = 4 \text{ செக்.}$$

கடக்கும் பொழுதான நேரங்கள் = 2 செக், 4 செக்.

(4) நிலைக்குத்தாக ஏறும் பலூன் ஒன்றிலிருந்து 450 மீற்றர் உயரத்தில் ஒரு பொருள் விழவிடப்பட்டுள்ளது. பொருள் தரையை 10 செக்கன்களில் அடையுமாயின், விழவிடப்பட்டபொழுது அதன் வேகத்தையும், விடப்பட்டபின் அப்பொருள் எவ்வயரத்திற்கு எழும் என்பதையும் காண்க. ($g = 10$ மீ / செக்²)

பலூனிலிருந்து பொருள் விடப்படும்பொழுது அதன் வேகத்தை u என்க. பொருள் மேல்முகமாக u என்னும் ஆரம்ப வேகத்துடனும் புவியீர்ப்பு அமர்முடுகலுடனும் சென்று பூச்சிய வேகத்தைப் பெற்று, பின் தரையைப் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலுடைய இயக்கத்துடன் அடையும். மேல்முகமாகச் செல்கின்றதனால் பொருள் விழவிட்ட இடத்திலிருந்து அத்திசையின் வழியே விழுந்த தூரம்

$$= - 450 \text{ மீற்றர் ஆகும்.}$$

(i) எனவே $h = ut - \frac{1}{2}gt^2$ என்னும் சமன்பாட்டில்

$$h = - 450 \text{ மீ. ஐப் பிரயோகிக்க.}$$

$$\therefore - 450 = u \times 10 - \frac{1}{2} \times 10 \times 100$$

$$- 450 = 10u - 500$$

$$- 45 = u - 50$$

$$\therefore u = 5$$

\therefore விடப்படும்பொழுது பொருளின் வேகம் மேல்முகமாக 5 மீற்றர் / செக் ஆகும்

(ii) பொருள் மேல்முகமாகச் செல்லும்பொழுது விடப்பட்ட இடத்திலிருந்து 0 வேகத்தையடையும்வரை செல்லும் தூரத்தை s எனக் கொள்க.

$$v^2 = u^2 - 2g \cdot s \text{ என்னும் சமன்பாட்டில்}$$

$$v = 0 \text{ ஆகும்.}$$

$$\therefore 0 = 5^2 - 20s$$

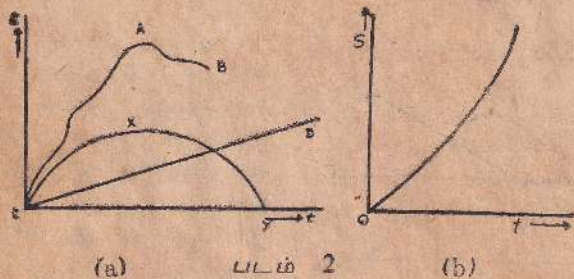
$$\therefore s = \frac{5 \times 5}{20} = \frac{5}{4}$$

\therefore தரையிலிருந்து இவ்வயரம் $= 450 + \frac{5}{4} = 451.25$ மீ.

தூர - நேர வளையி

ஒரு நிலைத்த புள்ளியிலிருந்து ஓர் இயங்கும் பொருளின் தூரம் S இனை நேரத்திற்கு ஒத்ததாய்க் குறித்தால், இயக்கத்தினைக் குறிக்கும் ஒரு தூர - நேர வளையி பெறப்படும். இயங்கும் பொருளின் எக் கணத்திற்குமான வேகத்தை, அக்கணத்தில் தூரத்தில் ஒரு

செக்கனுக்கு நிகழும் மாற்றத்தினால் பெறலாம். அதாவது ஒரு குறித்த கணத்தில் வளையியின் சாய்வுவீதம் அச்சணத்திற்காவை பொருளின் வேகத்தைத் தரும்.



(a)

படம் 2

(b)

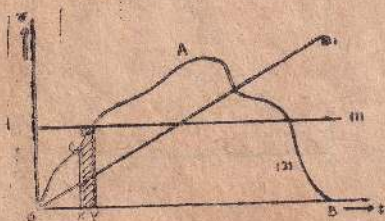
தூர - நேர வளையி படம் 2 (a) இலுள்ள OD ஐப் போன்ற ஒரு நேர்கோடாக இருந்தால் எல்லாப் புள்ளிகளிலும் சாய்வு வீதங்கள் ஒரே அளவினதாக இருக்கும், இதிலிருந்து பொருள் சீரான வேகத்துடன் இயங்குகிறதென்பது புலப்படும். தூர - நேர வளையி OAB போன்று அங்குமிங்கும் வளைவுடையதாயின், அதன் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் சாய்வுவீதங்கள் வெவ்வேறு பெறுமானங்களை யுடையனவாக இருக்கும். ஆகவே பொருள் சீரற்ற வேகத்துடன் இயங்குகிறதென்பது புலனாகும். மேலும் A இல் சாய்வு வீதம் பூச்சியமாக இருக்கின்றதனால் அப்புள்ளியில் வேகம் பூச்சியமென்பதும் அறியப்படும். அத்துடன் OXE என்னும் வளையினால் குறிக்கப்படும் இயக்கமும் சீரற்ற வேகத்தையுடையதென்பது அவ்வளையியிலுள்ள புள்ளிகளிலுள்ள வித்தியாசமான சாய்வுவீதங்களின் பெறுமானங்களிலிருந்து அறியப்படும். மேலும் படம் 2 (b) இலுள்ளது போல் தூர - நேர வளையி அமையின் இயக்கம் சீரான ஆர் முடுகல் உடையதாகும்.

வேக - நேர வளையி

ஓர் இயங்கும் மோட்டர் காரின் வேகத்தை நேரத்திற்கு ஒத்த தாய்க் குறித்தால், ஒரு வேக - நேர வளையி பெறப்படும். இவ்வளையியிலிருந்து நாம் இயக்கத்தைப் பற்றிய சில பிரயோசனமான தகவல்களைப் பெறலாம். படம் 3 இல் ஒரு காரின் இயக்கங்களின் வேக - நேர வளையிகள் சில காட்டப்பட்டுள்ளன.

வரைபு (1) நேர அச்சுக்குச் சமாந்தரமாக இருக்கின்றதனால் அதன் சாய்வுவீதம் பூச்சியமாகும். ஒரு வேக - நேர வளையியில்

சாய்வுவீதம் எப்பொழுதும் ஆர்முடுகலைக் குறிக்கின்றதனால், அவ்வரைபு ஆர்முடுகல் அற்றதோர் இயக்கத்தைக் குறிக்கும். அதாவது வரைபு (1) சீரான வேகத்தையுடைய ஓர் இயக்கத்தைக் குறிக்கின்றதாகும்.



படம் 3

புலப்படும். AB க்கிடையே வளையின் சாய்வுவீதம் எதிர்ப்பெறமானம் உடையதாக இருப்பதனால் கார் அமர்முடுகலுடன் செல்கின்றதென்பதும் புலனாகும்.

வரைபு (2) நேர அச்சுடன் சாய்ந்த நேர்கோடாக இருக்கின்றதனால், சாய்வு வீதம் அவ்வரைபில் எப்புள்ளியிலும் ஒரே அளவினதாக இருக்கும். இது, சீரான ஆர்முடுகல் உடைய இயக்கத்தைக் குறிக்கின்றது.

வரைபு (3) இல் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் சாய்வுவீதம் வெவ்வேறு அளவினதாக இருப்பதனால் ஆர்முடுகல் சீரற்றதென்பது

மேலும் வேக - நேர வளையிக்கும் நேர அச்சுக்கும் இடையே யுள்ள பரப்பு, இயங்கும் கார் செல்லுந் தூரத்தைத் தருவதாக இருக்கிறதென்பதையும் பின்வருமாறு எடுத்துக்காட்டலாம்.

OAB என்னும் மேல் தரப்பட்டுள்ள வேக - நேர வரைபினை எடுத்துக்கொள்க. இங்கு வேகம், XY குறிக்குடி சிறிய நேர இடையில் LX குறிக்கும் வேகத்திலிருந்து MY குறிக்கும் வேகத்திற்கு அதிகரிக்கின்றது. எனக் கொள்க.

சென்ற இச்சிறிய தூரம் = சராசரி வேகம் \times XY என்பதற்கையால் சென்ற தூரம் வளையி LM இற்கும் நேர அச்சுக்கும் இடையிலுள்ள பரப்பின் பருமனால் குறிக்கப்படுகிறதாகும். OB க்கிடையே ஒவ்வொரு சிறிய நேர இடையை இவ்வாறு கொண்டால், நேரம் OB வினில் கார் சென்ற முழுத்தூரமும் வேக - நேர வளையிக்கும் நேர அச்சுக்கும் இடையிலுள்ள பரப்பின் அளவால் தரப்படும். வேக - நேர வளையி எத்தகைய உருவத்தை உடையதாக இருந்தாலும் இப்பேறினைப் பிரயோகித்து செல்லுந் தூரத்தைக் கணித்துக்கொள்ளலாம்.

காவிக்கணியங்களுள், எண்ணிக்கணியங்களும்

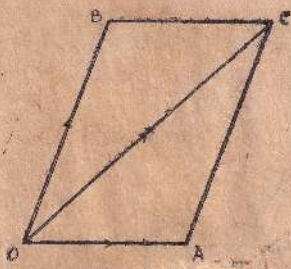
காவிக்கணியம்: ஒரு பெளதிகக் கணியம் பருமனாலும் திசையிலும் குறிக்கப்படின் அது காவிக்கணியமெனப்படும்.

உ + ம :- இடப்பெயர்ச்சி, வேகம், ஆர்முடுகல், உந்தம் விசை, நிறை.

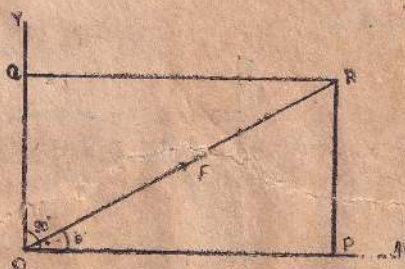
எண்ணிக்கணியம் :- ஒரு பெளதிகக் கணியம் பருமனால் மட்டும் குறிக்கப்படின், அது எண்ணிக்கணியம் எனப்படும்.

உ + ம :- பரப்பு, கனவளவு, நீளம், அடர்த்தி, திணிவு சக்தி.

விடையுளும், கூறுகளும்



(a)



(b)

(a)

படம் 4

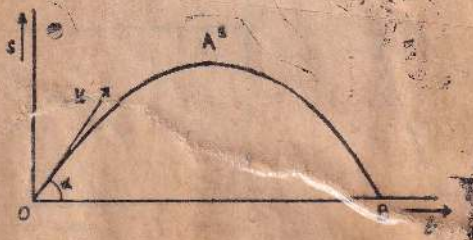
(b)

ஒருவன் OA என்னும் திசையில் (படம் 4a) கப்பலொன்றின் தளத்தில் செல்கின்றான் எனவும், கட்பல் OB என்னும் திசையில் செல்கிறதெனவும் கொள்க. அப்பொழுது அவன் கடல் சார்பாக OB க்குள் OA க்குமிடையே OC என்னும் திசையின் வழியே இயங்குவான். ஒரு செக்கனில் அவன் O விலிருந்து A க்குச் செல்வான், OA பருமனிலும் திசையிலும் அவனின் வேகத்தைக் குறிக்கும். கப்பல் A யிலிருந்து C க்கு அதேயளவு நேரத்தில் இயங்கும். ஆகவே கடல் சார்பாக விளையு யாதெனில் அவன் O விலிருந்து C க்கு இயங்குவதாகும். இப்பொழுது OA, OB என்னும் கோடுகள் முறையே அவனதும் கப்பலினதும் வேகங்களை பருமனிலும் திசையிலும் குறிப்பின் அவனின் விடையுள் வேகமானது OA, OB க்களை இருபக்கங்களாகக் கொள்ளும் இணைகரத்தின் மூலைவிட்டம் OC யினால் தரப்படும். இங்கு OACB வேக இணைகரம் எனப்படும். மறு தலையாக OC யினால் முற்றாக குறிக்கப்படும் வேகத்தினது கூறுகளும் OA இனாலும் OB இனாலும் தரப்படும்.

மேலும் ஒரு காவிக்கணியத்தின் கூறு ஒன்றை ஒரு குறித்த திசையில் அநேகமாக காணவேண்டப்படுகின்றது. அப்பொழுது F என்னும் காவிக்கணியத்தை (படம் 4 b) கருத்திற்கொள்க. OX என்னும் திசையின் வழியே அதன் கூறை காணவேண்டின். OQRP என்னும் இணைகரத்தைப் பூர்த்திசெய்க. அப்பொழுது OP, OQ என்பன OX வழியேயும் OY வழியேயும் செயற்படும் F இனது கூறுகளாகும். மேலும் OQ என்னும் கூறுனது குறிக்கப்பட்ட திசைக்குச் செங்குத்தாக இருப்பதனால் அது குறிக்கப்பட்ட திசை OX வழியே வினைவு அற்றதாக இருக்கும். ஆகவே கூறு OP ஆனது OX வழியே செயற்படும் F இன் முற்றான கூறாகும் இங்கு OP இத்திசையில் பிரித்த கூறு எனப்படும்.

படம் 4 (b) இன்படி $OP = OR$ கோசை $\theta = F$ கோசை θ

எறியங்கள்



படம் 5

ஒரு பொருள் u என்னும் வேகத்துடன் α என்னும் கோணத்தை கிடையுடன் ஆக்க எறியப்படின் வேகமானது இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படலாம்

(i) கிடைக்கூறு = u கோசை α

(ii) நிலைக்குத்துக்கூறு = u சைன் α

வளித்தடை தவிர்க்கப்படின், கிடைக்கூறு, புவியீர்ப்பினால் பாதிக்கப்படாதிருப்பதனால், மாறாததொன்றாக இருக்கும். நிலைக்குத்துக்கூறு புவியீர்ப்பினால் (g) பாதிக்கப்படும்.

எறியத்தினது இயக்கத்தினால் பல தகவல்களை உய்த்தறியலாம்.

(a) அதிஉயர் உயரத்தை அடைய எடுக்கும் நேரம்:-

A ஐ அடையும்பொழுது எறியம் புவியீர்ப்பின் காரணத்தால் நிலைக்குத்து வேகத்தை இழந்துவிடும்.

$$0 = u \text{ சைன் } \alpha - gt \quad (v = u + ft)$$

எனவே நேரம் $t = \frac{u \text{ சைன் } \alpha}{g}$

(b) அடையும் அதிக உயர் உயரம்:-

$$0 = u^2 \text{ சைன்}^2 a - 2gh \quad (v^2 = u^2 + 2fh)$$

$$h = \frac{u^2 \text{ சைன்}^2 a}{2g}$$

(c) எறியப் பயணத்துக்கான நேரம்:-

$$0 = u \text{ சைன்} a \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (s = ut + \frac{1}{2}ft^2)$$

$$t = \frac{2u \text{ சைன்} a}{g}$$

இது அதி உயரத்தை அடைய எடுக்கும் நேரத்தின் இரு மடங்காகும்.

(d) கிடைவீச்சு:- மேற்கண்ட நேரம் t இலில் பொருளானது கிடையாக u கோசை a என்னும் வேகத்துடன் இயங்கிற்று. ஆகவே கிடைவீச்சு

$$\begin{aligned} AB &= u \text{ கோசை } a \cdot t \\ &= u \text{ கோசை } a \times \frac{2u \text{ சைன்} a}{g} \\ &= \frac{u^2 \text{ சைன்} 2a}{g} \end{aligned}$$

(\because சைன் $2a = 2$ சைன் $a \cdot$ கோசை a)

(e) அதிக உயர் கிடைவீச்சு:- $\frac{u^2 \text{ சைன்} 2a}{g}$ என்னும் கிடைவீச்சுக்க

கான கோவை, சைன் $2a = 1$ ஆகும்பொழுது அதிக உயர்வாகும், அதாவது $a = 45^\circ$ ஆகும்பொழுது. ஆகவே வீச்சு அதி உயர்வாவ தற்கு எறியக்கோணம் 45° ஆகும்.

$$\begin{aligned} \therefore \text{அதி உயர் கிடைவீச்சு} &= \frac{u^2 \text{ சைன் } 2(45^\circ)}{g} \\ &= \frac{u^2}{g} \end{aligned}$$

காவி்களின் கூட்டல்



படம் 6

கிழக்கு நோக்கி 30 கி.மீ. / மணி கதியில் செல்லும் கப்பலொன்றையும் அதன் தளத்தில் 6 கி.மீ. / மணி கதியில் வடமேற்கு நோக்கி ஓடும் ஒரு பையனையும் கருத்திற்கொள்க படம் 6 (i) கடல் தொடர்பாக பையனின் வேகத்தைக் காணவேண்டும். வேகம் ஒரு காவியாதலினால், OA என்னும் கோட்டை கப்பலின் கதியையும் திசையையும் குறிக்கு முகமாகக் கீறவும் (படம் 6 ii) பின்பு Aயிலிருந்து AC ஐ 6 கி.மீ. / மணியையும் திசையையும் குறிக்கு முகமாகவும் கீறவும். இப்பொழுது OC ஐ இணைக்க. OC இரு வேகங்களினதும் விளையுமா அல்லது கூட்டுத் தொகையை பருமனிலும் திசையிலும் தரும். ஏனெனில் ஒரு செக்கனில் கப்பல் சென்ற தூரமும் (OA) பையன் ஒரு செக்கனில் சென்ற தூரமும் (AC) சேர்ந்து, கடல் தொடர்பாகப் பையன் O இலிருந்து C க்கு இயங்கியதற்கு சமானமாகின்றது.

காவிகளின் கழித்தல்



படம் 7

மேற்கூறியவாறு கழித்தலையும் செய்யலாம். P, Q என்னும் இரு காவிகளினதும் கழித்தல் $\vec{P} - \vec{Q}$ இனால் குறிக்கப்படும். எழுத்துகளுக்கு மேல் கீறப்படும் அம்புகளானவை P யையும் Q யையும் காவிகளைக் காட்டுகின்றன.

$$\text{இப்பொழுது } \vec{P} - \vec{Q} = \vec{P} + (-\vec{Q})$$

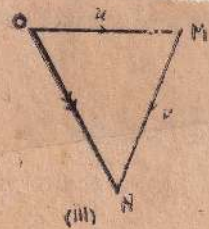
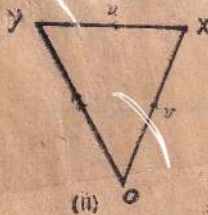
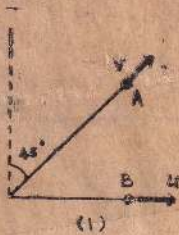
காவிகள் P, Q இனது கழித்தல் \vec{P} இனதும் $(-\vec{Q})$ இனதும் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமானமாகும். ஆகவே படம் 7 (ii) இல் ab ஆனது \vec{P} என்னும் காவியையும் $-\vec{Q}$ என்னும் காவியை bc ஆனது குறிப்பது போதுமானதாகும். பின்பு $\vec{P} + (-\vec{Q}) = ac$ இனால் குறிக்கும் காவியாகும் $= \vec{P} - \vec{Q}$

குறிப்பு: வேக பல் கோணி

ஒரு துணிக்கையானது ஒரே நேரத்தில் பல சீரான வேகங்களை உடையதாயின், அவ்வேகங்கள் ஒழுங்காக எடுக்கப்பட்ட பல் கோணியின் பக்கங்களால் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படின், வினையுள் வேகம் திசையிலும் பருமனிலும் பல் கோணியை மூடும் பக்கத்தால் எதிர் ஒழுங்கில் தரப்படும். மேலும் ஒரே நேரத்தில் துணிக்கையொன்றில் செயற்படும் பல சீரான வேகங்கள் ஒரு மூடிய பல் கோணியின் ஒழுங்காக எடுக்கப்பட்ட பக்கங்களால் குறிக்கப்படின் வினையுள் வேகம் பூச்சியம் ஆகும்.

தொடர்பு வேகம்:-

X என்னும் காரானது 45 கிமீ / மணி வேகத்தில் செல்லும் Y என்னும் காரின் திசையில் 30 கிமீ. / மணி வேகத்தில் செல்லின், X தொடர்பாக Y இன் வேகம் = 45 - 30 = 15 கிமீ. / மணி ஆகும். அதேபோல் இவை ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் செல்லின் X தொடர்பாக Y இன் வேகம் = 45 - (-30) = 75 கிமீ. / மணி ஆகும்.



படம் 8

இனி, வடக்குக்கு 45° கிழக்குத் திசையின் வழியேயுள்ள தெருவில் V வேகத்தில் செல்லும் A என்னும் காரையும் கிழக்குத் திசையின் வழியேயுள்ள தெருவில் u வேகத்தில் செல்லும் B என்னும் காரையும் கருத்திற் கொள்க. இங்கு தொடர்பு வேகத்தைக் காண்பதற்கு முன்போல் கழிக்க இயலாது. இங்கு காலிக் கழித்தல் முறையைக் கையாள வேண்டும்.

$$B \text{ தொடர்பாக } A \text{ இன் வேகம்} = \vec{v} - \vec{u} = \vec{v} - (-\vec{u})$$

எனவே படம் 8 ii இல் காட்டியவாறு A இன் வேகத்தைப் பருமனிலும் திசையிலும் OX இனால் குறிக்க. B கிழக்கு நோக்கிச்

செல்வதால், XY என்னும் வேகம் எண்ணளவில் u க்குக் சமனாகும்

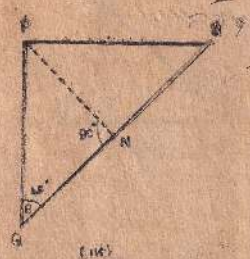
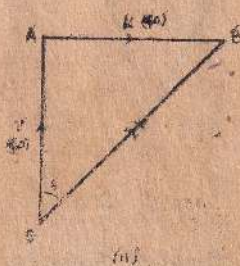
வும் மேற்குத் திசையையும் கொண்டுள்ளதால் இது $(-u)$ என்னும் காவியைக் குறிக்கும். OX இனதம் XY இனதும் காணிக் கூட்டுத் தொகை OY ஆகும். ஆகவே இது பருமனிலும் திசையிலும் B தொடர்பாக A இன் வேகத்தைத் தரும். இதனை வரிப்பட மொன்றை வேகங்களை குறிப்பது மூலம் கீறுவதால் பெறலாம்.

A தொடர்பாக B இன் வேகத்தையும் படம் 8 (iii) இல் காட்டியது போல் காணிகளைக் கீறுவதுமூலம் பெறலாம். இங்கு OM

ஆனது B இன் வேகத்தையும் MN ஆனது $(-v)$ ஐயும் குறிக்கும்; OM இனதம் MN இனதம் காணிக் கூட்டுத் தொகை ON ஆனது A தொடர்பாக B இன் வேகத்தைத் தரும்.

உதாரணங்கள்

தெற்கிலிருந்து வடக்கு நோக்கிச் செல்லும் கோட்டில் 20 கி.மீ. களுக்கப்பால் இரு கப்பல்கள் உள். வடக்கேயுள்ள கப்பல் மேற்கு நோக்கி 40 கி.மீ. / மணி வேகத்தில் செல்லுகின்றது. மற்றது வடக்கு நோக்கி 40 கி.மீ. / மணி வேகத்தில் செல்கின்றது. அவற்றின் மிகநெருங்கிய அணுகைகள் தூரம் என்ன? அதை அடைய எடுக்கும் நேரம் என்ன?



படம் 9

இரு கப்பல்களையும் X, Y என்க.

X தொடர்பாக Y இன் வேகம் = $40 + (-40)$

எனவே படம் 9 (ii) இல் OA ஐ 40 ஐக் குறிக்கவும், AB ஐ

(-40) ஐக் குறிக்கவும் கீறுக் அப்பொழுது OB, Y இன் தொடர்பு

$$0 = u_1^2 - 2g \cdot s_1$$

$$s_1 = \frac{u_1^2}{2g} \quad \text{----- (2)}$$

$$s_2 = \frac{u_2^2}{2g}$$

$$s_1 - s_2 = 30 \quad \text{----- (3)}$$

$$\frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} = 30$$

$$\frac{u_1^2}{2g} - \frac{(u_1 - g)^2}{2g} = 30$$

$$\frac{u_1^2 - u_1^2 + 2u_1g - g^2}{2g} = 30$$

$$2u_1 - g = 30 \times 2$$

$$2u_1 = 30 \times 2 + 10$$

$$= 70$$

$$\therefore u_1 = 35 \text{ கி.மீ. / செக்}$$

$$\therefore u_2 = u_1 - g = 35 - 10$$

$$= 25 \text{ கி.மீ. / செக்}$$

(2) இலிருந்து

$$s_1 = \frac{u_1^2}{2g} = \frac{35 \times 35}{2 \times 10} = 61.25 \text{ கி.மீ.}$$

$$s_2 = \frac{u_2^2}{2g} = \frac{25 \times 25}{2 \times 10} = 31.25 \text{ கி.மீ.}$$

A இன் எறிய வேகம் = 35 கி.மீ. / செக்

B இன் ,, ,, = 25 கி.மீ. / செக்

A இன் அதிஉயர் உயரம் = 61.25 கி.மீ.

B இன் அதிஉயர் உயரம் = 31.25 கி.மீ.

வினாக்கள்

$$(g = 32 \text{ அடி / செக்}^2 = 980 \text{ ச.மீ. / செக்}^2)$$

1. சீரான ஆர்முடுகல் இயக்கத்தின் விதிகளை கூறுக. ஒரு மேட்டர் சைக்கிளும் காரும் ஓய்விலிருந்து ஒரே இடத்தில் ஒரே நேரத்தில் புறப்பட்டு ஒரே திசையில் செல்கின்றன. சைக்கிள் 18 மீற் / செக் கதி அடையும் வரை செக்கனுக்குச் செக்கள்

120 சமீ. ஆர்முடுகலுடனும் கார் 27 மீ / செக் கதி அடையும வரை செக்கனுக்கு 60 சமீ. ஆர்முடுகலுடன் இயங்கின் கார் என்ன நேரத்திலும் தூரத்திலும் சைக்கிளைக் கடக்கும் என்பதைக் காண்க. [விடை: 52½ செக்; 810 மீற்றர்]

2. ஓர் உயர்ந்த கோபுரத்தின் உச்சியிலிருந்து ஒரு கல் போடப்பட்டது. ஒரு செக்கனுக்குப் பின் கோபுர உச்சிக்கு 20 மீற்றர் கீழிருக்கும் மாடியிலிருந்து இன்னொரு கல் போடப்பட்டது. ஒரே நேரத்தில் இரு கற்களும் தரையை அடையின் கோபுரத்தின் உயரத்தைக் காண்க. $g = 980$ சமீ. / செக்² எனக்கொள்க. [விடை: 31.6 மீற்றர்]

3. 140 சமீ. உயரமுள்ள ஓர் உயர்த்தி கீழ்முகமாக 200 சமீ. நிலைக்குத்துத் தூரத்துக்கப்பால் இருக்கும் இரு தளங்களுக்கிடையே இயங்குகின்றது. உயர்த்தி முதல் 100 சமீ. க்கும் ஓய்விலிருந்து சீரான ஆர்முடுகலுடன் மீதி 100 சமீ. க்கும் சீரான அமர்முடுகலுடன் ஓய்வுக்கு வருகின்றது. கீழ்முகமாக அரை வாசி தூரம் உயர்த்தி வரும் கணத்தில் அதன் உச்சியிலிருந்து ஒரு பாரமான துணிச்சை விழவிடப்பட்டு, உயர்த்தி ஓய்வுக்கு வரும் கணத்தில் துணிச்சை உயர்த்தியின் தளத்தில் மோதுகின்றது. உயர்த்தியின் இயக்க நேரத்தையும் ஆர்முடுகலையும் காண்க. [விடை: $\frac{4}{7}$ செக், 24.5 மீ செக்-2]

4. ஓய்விலிருந்து ஒரு குறுகிய பிரயாணத்தை ஆரம்பிக்கும் ஒரு மோட்டர் காரின் சதிமாவி ஒவ்வொரு அரை நிமிடமும் வாகிக் கப்படுகின்றது. பின்வரும் அவதானிப்புக்கள் எடுக்கப்பட்டன

நேரம் நிமிடத்தில்	0	½	1	1½	2	2½	3
வேகம் மீ/செக்	0	10	12	18	16	12	0

பிரயாணத்தக்குரிய வேக - நேர வரையைக் கீழ்க். ஒவ்வொரு அரை நிமிட இடையின் போதும் ஆர்முடுகல் மாறுதிருக்கிற தெனக் கொள்க. வரைபிலிருந்து (a) 1½ நிமிடத்துக்குபின் ஆர்முடுகல் (b) முதல் 1.44 km கடக்க எடுத்த நேரத்தை (c) பிரயாணத்தின் தூரத்தைக் காண்க. [விடை: (a) 20 cm / Sec² (b) 2 நிமி. (c) 1.94 km]

5. ஒரு மோட்டர் சைக்கிள் ஓய்விலிருந்து புறப்பட்டு செக்கனுக்கு செக்கன் 1.5 மீற் சீரான ஆர்முடுகலுடனும் பின்பு சீரான

வேகத்துடனும் இறுதியாக 60 மீற் / செக்² சீரான அமர்முடுக
லுடனும் ஓய்வுக்கு வருகின்றது; இந்த ஒரு கண பிரயாணம்
1 நிமி. 28 $\frac{1}{2}$ செக்கள் எடுப்பின் வேக-நேர வரைபைப் பிரயோ
கித்து அதி உயர் கதியைக் காண்க. (விடை: 1.2m/sec)

தொடர்பு வேகம்

6. A என்பது நேரான ஆறின் தரையிலுள்ள ஒரு புள்ளியாகும்.
ஆறு 1 கிமீ. அகலத்தையும் 3 கிமீ/மணி கதியையும் உடையது.
அசையாத தண்ணீரில் 3 கிமீ / மணி கதியுடைய ஒரு வள்ளம்
A இலிருந்து புறப்பட்டு மற்றக் கரையிலுள்ள 1 கிமீ. கிழ
அருவிமுகமாகவுள்ள ஒரு புள்ளி B க்கு கடக்கவேண்டியிருக்கின்
றது. வெளிச்செல்லும் திரும்பும் பிரயாணங்களுக்கு வள்ளம்
எத்திசையில் செலுத்தப்படல் வேண்டும். பிரயாண நேரங்களை
யும் காண்க. (விடை: கரையுடன் 70° 12.8 நிமி. கரைய
டன் 20°, 35.3 நிமி.)

7. சராசரி வேகம், கண வேகம், தொடர்பு வேகம் இவற்றை
விளக்குக.

ஒரு கப்பல் A வடக்கு நோக்கி 24 கிமீற் / மணி கதியில் செல்
கின்றது. கப்பல் B, மேற்கு நோக்கி 18 கிமீற் / மணி கதியில்
செல்கின்றது. ஒரு குறித்த பொழுதில் A க்கு வட - கிழக்கே
B ஆனது 15 கிமீற். தூரத்தில் உளது. B தொடர்பாக A இன்
வேகத்தையும் கப்பல்களின் மிகச்சீட்டிய அணுகு தூரத்தையும்
காண்க. (விடை: 30 கிமீற் / மணி கிழக்குக்கு 53° வடக்கே,
2.1 கிமீ)

8. தொடர்பு வேகம் என்னால் என்ன?

7 கிமீற் / மணி மேற்கு நோக்கி ஓடும் ஒரு மனிதனுக்கு காற்று
வடமேற்கிலிருந்து வீசுவது போல் தோற்றுகின்றது. ஆனால்
மேற்கு நோக்கி அவன் 3 கிமீ / மணி கதியில் நடக்கும் பொழுது
காற்று வடக்கிலிருந்து வீசுவதுபோல் தோற்றுகின்றது. அதன்
உண்மையான வேகமும் திசையும் என்ன?

(விடை: 5 கிமீ / மணி, கிழக்குக்கு 53° வடக்கே)

எறியம்

9. 25 மீற் வீச்சுடைய ஒரு சிறு துவக்கிலிருந்து கடப்பரும் சன்
னம் ஓர் இலக்கில், ஒரு புள்ளிக்குச் கடப்படுகின்றது. இப்
புள்ளி துவக்கின் குழல் நோக்கும் புள்ளிக்கு 10 சமீ. கீழே
யுளது. சன்னம் பறக்கும் நேரத்தையும் சன்னத்தின் வெளி
யேறு வேகத்தையும் காண்க.

(விடை: $\frac{1}{7}$ செக், 175 மீற் / செக்)

10. ஒரு கல் கிடையுடன் 30° ஆக்கும் கோணத்துடன் மேல்முகமாக 24 மீற் / செக் வேகத்தில் எறியப்படுகின்றது. வளித்தடையைப் புறக்கணித்து (a) 1 செக்கனுக்குப் பின் அதன் நிலையையும் வேகத்தையும் (b) தரைக்கு மேல் அதிகுடிய உயரத்தையும் (c) தரையை மீண்டும் அடைய எடுக்கும் நேரத்தையும் காண்க.

[விடை: (a) கிடைத்தூரம் 20.78 மீற் நிலைக்குத்துத் தூரம் 7.1 மீ 20.02 மீ / செக், $6^\circ, 02'$ கிடையுடன்

(b) 7.34 மீ (c) 2.44 செக்.]

11. 30 மீற் உயரமுள்ள ஒரு மலைச்சாரலின் ஓரத்தில் நிற்கும் ஒரு மனிதன் ஒரு சிறு கல்லை 30° எறியக் கோணத்துடன் 24m/செக் வேகத்தில் ஒரு கடலுக்குள் எறிகின்றான். சிறு கல்லு நீரில் படும் தூரத்தை மலைச்சாரலின் அடியிலிருந்து காண்க.

[விடை: 82.82 மீற்]

அலகு 3

விசை, உந்தம், கணத்தாக்கு, வேலை, வலி, சத்தி

ஒரு பொருளின் ஓய்வுநிலையை அல்லது நேர்கோட்டில் அதன் சீரான இயக்கத்தை மாற்றும் அல்லது மாற்றமுயலும் எதுவும் விசையெனப்படும்.

நியூற்றனின் இயக்கவிதிகள்.

1. ஒவ்வொரு பொருளும், வெளிவிசை தாக்காவிடில், அதன் ஓய்வுநிலையில் அன்றேல் ஒரு நேர்கோட்டில் அதன் சீரான இயக்க நிலையில் தொடர்ந்தும் இருக்கும்.
2. உந்தமாற்ற வீதம் அழுத்தும் விசைக்கு விசைசமமும் அவ்விசை செயற்படும் நேர்கோட்டின் வழியே நிகழ்கின்றதுமாகும்.
3. தாக்கமும் மறுதாக்கமும் எப்பொழுதும் சமனும் எதிருமாகும். நியூற்றனின் முதலாம்விதி விசையை விளக்குகின்றதாகவும் இரண்டாம் விதி அதன் பருமனைத் துணியப் பயன்படுகின்றதாகவும் அமைகின்றது.

நியூற்றனின் இரண்டாம் விதி

உந்தம்: ஒரு பொருளின் இயக்கத்தின் பருமன் உந்தம் எனப்படும். இதன் பருமனை பொருளின் திணிவினதும் வேகத்தினதும் பெருக்கம் தரும். இது ஒரு காவிக்கணியம்.

உந்தம் = திணிவு \times வேகம்

உந்தத்தின் அலகுகள் (i) கி. சமீ / செக். (ii) இரூ-அடி / செக் (iii) கிமீ-மீ / செக்.

u என்னும் ஆரம்ப வேகத்துடன் இயங்கும் m திணிவுள்ள பொருளொன்றைக் கருத்திற் கொள்க. t செக்கன் என்னும் நேரத்துக்கு P என்னும் மாறுவிசை அத்திணிவில் செயற்படின் அதன் வேகம் v க்கு மாறுகிறதெனக் கொள்க.

ஆகவே பொருளில் ஏற்பட்ட உந்தமாற்றம் = mv - mu

அத்துடன் உந்தமாற்ற வீதம் = $m \frac{(v - u)}{t}$

நியூற்றனின் இரண்டாம் விதிப்படி,

$$P \propto m \frac{(v - u)}{t}$$

$$\propto m \cdot f \left(\because \frac{v - u}{t} = f \right)$$

$$\therefore P = k \cdot m \cdot f$$

இங்கு k ஒரு விகிதசம் மாறிலி
நாம் விசையின் அலகை ஓர் அலகு திணிவில் ஓர் அலகு
ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தும் விசை எனக் கொள்ளின்

$$P = 1, m = 1, f = 1 \text{ ஆகும்}$$

$$\text{ஆகவே} \quad 1 = k \times 1 \times 1$$

$$k = 1$$

இதன் பிரகாரம் $P = m \cdot f$

விசையின் அலகு ச. கி. செ. இல் தைன் ஆகும்.

விசையின் அலகு அ. இ. செ. இல் இருத்தலி ஆகும்.

விசையின் அலகு மீ. கிகி. செ. இல் நியூற்றன் ஆகும்.

தைன்:- ஒரு கிராம் திணிவில் செக்கனுக்குச் செக்கன் ஒரு சதம
மீற்றர் ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தும் விசை தைன் எனப்படும்.

$$1 \text{ கிராம் நிறை} = 981 \text{ தைன்கள்}$$

இருத்தலி:- ஓர் இருத்தல் திணிவில் செக்கனுக்குச் செக்கன் ஓர்
அடி ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தும் விசை இருத்தலி எனப்படும்.

$$1 \text{ இரு. நிறை} = 32 \text{ இருத்தலி}$$

நியூற்றன்:- ஒரு கிலோகிராம் திணிவில் செக்கனுக்குச் செக்கன்
ஒரு மீற்றர் ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தும் விசை நியூற்றன் எனப்படும்

$$1 \text{ நியூற்றன்} = 10^5 \text{ தைன்கள்}$$

இவை விசையின் தனி அலகுகள் என அழைக்கப்படும். மற்றும்
கிராம் நிறை, இருத்தல் நிறை, ஈர்ப்பு அலகுகள் என அழைக்கப்
படும்.

$$\text{மேலும் விசை} = \text{திணிவு} \times \text{ஆர்முடுகல்} \quad \text{----- (1)}$$

$$\text{ஆர்முடுகல்} = \frac{\text{விசை}}{\text{திணிவு}} \quad \text{----- (2)}$$

$$\text{தைன்} = \text{கிராம்} \times \frac{\text{சமீ.}}{\text{செக்}^2} \quad \text{----- (3)}$$

$$\therefore \frac{\text{தைன்}}{\text{கிராம்}} = \frac{\text{சமீ}}{\text{செக்}^2} \quad \text{----- (4)}$$

$$\text{அடுத்து இருத்தலி} = \text{இருத்தல்} \times \frac{\text{அடி}}{\text{செக்}^2} \quad \text{----- (5)}$$

$$\therefore \frac{\text{இருத்தலி}}{\text{இருத்தல்}} = \frac{\text{அடி}}{\text{செக்}^2} \quad \text{----- (6)}$$

விசையின் அலகுகளின் மாற்றுங் காரணி

ஒரு தொகுதியிலிருந்து இன்னொரு தொகுதிக்கு விசையின் அலகை மாற்றுவதற்கான முறை இங்கு கவனிக்கப்படும்.

1 இரூத்தலி = x தைன்கள் என்க

$$\therefore \text{இரூத்தல்} \times \frac{\text{அடி}}{\text{செக்}^2} = x \cdot \text{கிராம்} \times \frac{\text{சமீ.}}{\text{செக்}^2}$$

$$\therefore x = \frac{\text{இரூத்தல்}}{\text{கிராம்}} \times \frac{\text{அடி}}{\text{சமீ.}}$$

$$= 453.6 \times 30.48$$

$$(\because 1 \text{ இரூ} = 453.6 \text{ கி. } 1 \text{ அடி} = 30.48 \text{ சமீ.})$$

$$= 1.382 \times 10^4$$

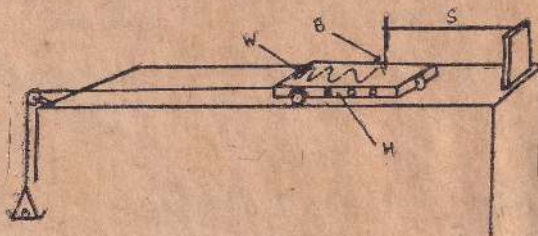
$$\therefore 1 \text{ இரூத்தலி} = 1.382 \times 10^4 \text{ தைன்கள்}$$

நியூற்றனின் இரண்டாம் விதியை வாய்ப்புப் பார்த்தல்

நியூற்றனின் இரண்டாம் விதிப்படி $P = m \cdot f$

ஆகவே (i) m மாறிலியாயின் $P \propto f$ (ii) P மாறிலியாயின் $f \propto \frac{1}{m}$

இவற்றைப் பிளெச்சிரினது துரொல்லியை உபயோகித்து வருமாறு வாய்ப்புப் பார்க்கலாம்

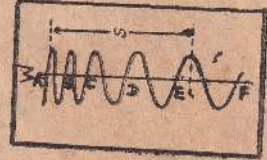


படம் 10

படம் 10 இல் காட்டியவாறு துரொல்லி மேசையொன்றின் மீது வைக்கப்பட்டு, உராய்வற்ற ஒப்பமான கப்பிமீது செல்லும் இலேசான இழையின் ஒரு முனையில் பொருத்தப்படுகின்றது. இழையின் மறுமுனை அளவுத்தட்டுக்குப் பொருத்தப்படுகின்றது. இங்கு S என்பது ஓர் அதிரி. இது துரொல்லியின் இயக்கத்துக்குச் செங்குத்தாக அதிரும். அதிரியின் அலைவுகாலம் தெரிந்ததொன்றாகும். துரொல்லியின் மேல் மேற்பரப்பில் ஒரு கடதாசித் தாள் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அதிரியின் கீழ்முனையில் ஒரு கூரிய பென்சில்

பொருத்தப்பட்டுள்ளது. துரொல்லி மரத்தினால் ஆக்கப்பட்டதும் அத்துடன் குண்டுப் போதிகைச் சில்லுகளை உடையதுமாகும். இதனால் உராய்வு குறைக்கப்படுகின்றது. உருக்கு உருளைகளைக் கொள்ளத் தக்கதாகப் பல துவாரங்கள் துரொல்லியில் இருக்கின்றன. உருளைகளின் எண்ணிக்கையை மாற்றுதன்மூலம் துரொல்லியின் திணிவை மாற்றலாம். அதிரியும் அண்ணளவாக ஒரு செக்கனுக்கு 10 அதிர்வுகளை ஆக்கத்தக்கதாகும்.

ஒரு குறித்த திணிவை அளவுத் தட்டில் வைக்கும்பொழுது துரொல்லி இயங்கத் துவங்கும். அதே நேரத்தில் அதிரியும் அதிரச் செய்யப்படும். அப்பொழுது கடதாசித் தாளின் மீது பென்சில்முனை ஓர் அலைவடிவ வளையைக் கீறும் (படம் 11). அதிரியின் அதிர்வுகாலம் T ஏற்கனவே தெரிந்த தொன்றாகும் வளையிலிருந்து ஆர்முடுகல் = வேகமாற்றுவீதம் எனக் காணப்படுகின்றது.



படம் 11

$$\text{அதாவது } f = \frac{DE - CD}{T} = \frac{CD - BC}{T} = \frac{BC - AB}{T}$$

T தெரிந்ததால் வளையிலிருந்து ஆர்முடுகல் துணியப்படும்

(a) அளவுத்தட்டில் வெவ்வேறு நிறைகளை வைத்து பரிசோதனையை மீண்டுந் செய்து ஆர்முடுகலைத் துணிக. வைக்கப்பட்ட நிறைகள் P_1, P_2, P_3 ஆயின் f_1, f_2, f_3 துணியப்பட்ட ஆர்முடுகல்கள் ஆயின்,

$$\frac{P_1}{f_1} = \frac{P_2}{f_2} = \frac{P_3}{f_3} \text{ எனக் காணப்பட்டது.}$$

அதாவது $P \propto f$ ஆகும்.

இது ஒரு பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் விசையானது ஆர்முடுகலுக்கு விகிதசமமாகும் என்பதை விளக்குகின்றது.

(b) பரிசோதனை இப்பொழுது நிறையை அளவுத் தட்டில் மாறாது வைத்துச் செய்யப்படுகின்றது. வெவ்வேறு திணிவுகளுடைய துரொல்லிகளுக்கு அவற்றிற்குரிய ஆர்முடுகல்கள் துணியப்படுகின்றன. துரொல்லிகளின் திணிவுகள் m_1, m_2, m_3 எனவும் துணியப்பட்ட ஆர்முடுகல்கள் f_1, f_2, f_3 எனவும் இருப்பின், $m_1 f_1 = m_2 f_2 = m_3 f_3$ எனக் காணப்படுகின்றது.

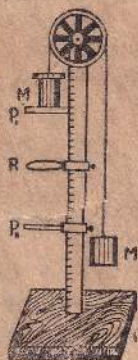
எனவே ஒரு குறித்தவிசைக்கு $mf = \text{மாறிலியாகும்}$

அதாவது $m \propto \frac{1}{f}$ ஆகும்.

குறிப்பு:- இப் பரிசோதனையில் திணிவைக் கருத்திற் கொள்ளும் பொழுது, தட்டின் இழையில், துரொல்லியின் திணிவுகளைச் சேர்த்தே கருத்திற் கொள்ளப்படும். ஆயினும் துரொல்லியின் திணிவானது தட்டு, இழை ஆகியவற்றுடன் ஒப்பிடும்பொழுது பெரிதானதால் இவற்றின் திணிவுகள் புறக்கணிக்கப்படலாம். மேலும் மேசையில் உராய்வு இருப்பதால் அதனை அகற்று முகமாக இழையில் தகுந்த சிறிய செப்புக் கம்பித் துண்டொன்றை துரொல்லி தட்டியவுடன் அசையத்தக்கதாகத் தொங்கவிடுக. இது உராய்வேறி எனப் பெயர்பெறும். இதன் பின்பே மேற் பரிசோதனைகளைச் செய்தல் உத்தமம்.

அத்துவட்டின் பொறி

அத்துவட்டின் பொறி நியூற்றனின் இரண்டாம் இயக்கவிதியை வாய்ப்புப் பார்ப்பதற்கும் அதன் பொருட்டு புலியிர்ப்பு ஆர்முடுகலைத் துணிவதற்கும் உகந்த ஒரு பொறியாகும்.



படம் 12

சமமான உருளைத் திணிவுகள் இழையின் இரு நுனிகளிலும் தொங்குகின்றன. தொகுதியில் இயக்கத்தை ஏற்படுத்துவதற்கு ஒரு மேலதிகச் சிறு திணிவு (இது ஏறி என அழைக்கப்படும்) சமத் திணிவுகளாகிய M ஒன்றினில் வைக்கப்படும். ஏற்கனவே M ஆனது P_1 என்னும் பீடத்தில் இருக்கின்றது. P_1 ஆனது கப்பின் உச்சிக்குக் கிட்ட இருக்கின்றது. மேலும் வில் ஒழுங்கின் உதவியோடு இதன்மீது வைக்கப்படும் திணிவுகளை விழுத்தலாம். P_1 இற்கு கீழ் R என்னும் வளையமொன்று உண்டு. இதன் விட்டம் திணிவு M இனை புகவிடத்தக்கதாகவும் ஏறியை தடுக்கத்தக்கதாகவும் பருமனில் அமைகின்றது. P_2 என்னும் இன்னொரு பீடமும் கப்பினில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

நியூற்றனின் இரண்டாம் விதியை வாய்ப்புப் பார்த்தல்

அதாவது ஆர்முடுகல் அழுத்தும் விசைக்கு விகிதசமமெனக் காட்டல்

பரிசோதனை ஆரம்பிப்பதற்குமுன் பொறியில் ஏதாவது உராய்வு இருப்பின் அதனை ஒரு முன்னோடிப் பரிசோதனை செய்து அகற்ற வேண்டும். அதாவது கப்பின் உச்சிக்குக் கிட்ட இருக்கும் உருளைத் திணிவின்மீது ஒரு சிறு செப்புக் கம்பித்துண்டை வைத்து அதன் பருமனை சிறு தட்டுத்துடன் தொகுதியிலுள்ள உருளைத் திணிவுகள் இயங்கும் வகையில், சரிசெய்தல வேண்டும். அப்பொழுது வைக்கப்படும் செப்புக் கம்பித்துண்டின் திணிவு பொறியின் உராய்வை ஈடுசெய்யத்தக்கதாக அமையும். இதன் பின்பு பரிசோதனை ஆரம்பிக்கப்படும். P_1 என்னும் பீடத்தில் M என்னும் உருளைத்திணிவு வைக்கப்படும். இதனில் ஏற்கனவே உராய்வு நீக்குவதற்குரிய சிறிய செப்புக் கம்பித்துண்டும் இருக்கும். பின்பு தெரிந்த திணிவுடைய ஏறியானது திணிவு M இன் மீது கிடையாக வைக்கப்படும். ஏறியின் நிலை அளவீட்டை கப்பில் வாசிக்கப்படும். இந்நிலையிலிருந்து உதாரணமாக 50 சமீ. தூரத்தில் R என்னும் வளையம் பொருத்தப்படும். உருளைத் திணிவையும் ஏறியையும் தாங்கிக்கொண்டிருந்த P_1 என்னும் பீடத்தை நிலைக்குத்தாக வில்-ஒழுங்கினால் சரித்ததும் தொகுதியிலுள்ள முழுத்திணிவுகளும் இயங்கும். பீடம் சரிக்கப்படும் அதே கணத்தில் நிறுத்தற் கடிக்காரமொன்றும் தொடக்கப்படும். R என்னும் வளையத்தை அடைந்ததும் ஏறி வளையத்தினால் தடுக்கப்படும். அப்பொழுது தடுக்கப்படும் ஒன் கேட்ச் நிறுத்தற் கடிக்காரம் நிறுத்தப்படும். இந்நேரம் t எனில் ஏறி இயங்கியுள்ள தூரம் s ஆனது 50 சமீ. ஆகும். இவ்வாறு $s = 100$ சமீ. 150 சமீ, 200 சமீ, ஆக இருக்கத்தக்கவாறு வளையம் ஒழுங்கு செய்யப்பட்டு பரிசோதனைகள் மீண்டும் செய்யப்படும். மேலும் வெவ்வேறு திணிவுள்ள ஏறிகளுக்குப் பரிசோதனைகளைச் செய்து பெறுபேறுகளை வருமாறு அட்டவணைப்படுத்துக.

ஏறியின் திணிவு	தூரம் S (சமீ.)	நேரம் t	$f = \frac{2s}{t^2}$	சராசரி ஆர் முடுகள்
2 கிராம் ஏறி	50			f_1
	100			
	150			
	200			
4 கிராம் ஏறி	50			f_2
	100			
	150			
	200			
6 கிராம் ஏறி	50			f_3
	100			
	150			
	200			

இங்கு தொடக்க வேகம் பூச்சியமாதலினால்

$$s = \frac{1}{2}ft^2 \quad \therefore f = \frac{2s}{t^2} \quad \text{இது நான்காம் நிரலில் அட்டவணை}$$

யில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இப் பெறுமானம் ஒவ்வொரு ஏறிக்கும் அண்ணளவாக மாறியியாக இருக்கும். இறுதி நிரல் ஒவ்வொரு ஏறிக்குமுரிய சராசரி ஆர்முடுகலைத் தரும். இங்கு இயங்கும் மொத்தத் திணிவுகள் ஏறிகளுக்கிடையேயுள்ள, சிறு வித்தியாசங்கள் தவிர்க்கப்படும்பொழுது ஒரே அளவினதெனக் கொள்ளப்படும். இங்கு f_1, f_2, f_3 என்பன வெவ்வேறு திணிவுள்ள ஏறிகளுக்கு கணிக்கப்பட்ட ஆர்முடுகங்களாகும். இவை ஏறிகளின் நிறைகள் 2, 4, 6 கிராம் என்பனவற்றிற்கு விசிதசமனாக இருக்கக் காணப்படும். அதாவது ஆர்முடுகல் அழுத்தும் விசைக்கு விசிதசமமாகும்.

(ii) ஒரு தரப்பட்ட விசைக்கு ஆர்முடுகல் திணிவுக்கு நேர்மாறு விசிதசமமெனக் காட்டல் இதுவரை உபயோகித்த M, M என்னும் சமதிணிவு உருளைகளுக்குப் பதிலாக வெவ்வேறு திணிவுகையுடைய உருளைச் சோடிகளை உபயோகித்துப் பரிசோதனைகளைச் செய்க. ஒரே ஏறியை உபயோகித்து எல்லா உருளைச் சோடித் திணிவுகளுக்கும் குறித்த தூரம் s இற் கூடாகச் செல்ல எடுக்கும் நேரங்களை (t) முன்போல் காண்க. ஒவ்வொரு சோடித் திணிவுகள் இயங்கும்பொழுது அவற்றிற்குரிய ஆர்முடுகல் f ஐக் கணிக்க. அது

$\frac{2s}{t^2}$ இவை பெறப்படும். இங்கு ஏறியின் திணிவை m கிராம் எனவும் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலை g எனவும் கொள்ளின் ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தும் விசை எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களுக்கும் mg ஆகும்.

$$\text{ஆகவே மொத்தத் திணிவு} \times \text{ஆர்முடுகல்} = mg$$

$$\text{மொத்தத் திணிவு} \times \text{ஆர்முடுகல்} = \text{மாறிவி} (k)$$

$$\therefore \text{ஆர்முடுகல்} = \frac{mg}{\text{மொத்தத் திணிவு}}$$

$$\therefore \text{ஆர்முடுகல்} \propto \frac{1}{\text{மொத்தத் திணிவு}}$$

புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலைத் துணிதல் (g)

பரிசோதனை விபரம் முதலாவதைப் போலவே

$$\text{ஒவ்வொரு உருளையினதும் திணிவு} = M \text{ கிராம்}$$

$$\text{ஏறியின் திணிவு} = m \text{ கிராம்}$$

கப்பியினதும் இழையினதும் சமானத் திணிவு

$$(\text{அதாவது சடத்துவத் திருப்புதிறன்}) = I \text{ கிராம்}$$

$$\text{ஆர்முடுகல்} = f \text{ சமீ / செக்}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{க. உருற்றப்படும் விசை} &= \text{ஏறியின் நிறை} = mg \\
 \text{இயங்கும் திணிவுகள்} &= (2M + m + I) \\
 \text{ஆனால் விசை} &= \text{திணிவு} \times \text{ஆர்முடுகல்} \\
 m \cdot g &= (2M + m + I) f \\
 \therefore g &= \frac{(2M + m + I) f}{m} \text{ சமீ / செக்}^2
 \end{aligned}$$

கணத்தாக்கு

ஒரு பொருளின் உந்தமாற்றம் கணத்தாக்கு எனப்படும். m என்னும் திணிவுடைய ஒரு பொருளின் மீது t என்னும் நேரத்திற்கு P என்னும் மாறுவிசை செயற்படுகின்றதெனக் கொள்க. அப்பொழுது

$$\text{ஆரம்ப வேகம்} = u$$

$$\text{இறுதி வேகம்} = v \text{ எனின்}$$

$$\text{உந்த மாற்றம்} = mv - mu = m(v - u)$$

$$\therefore \text{கணத்தாக்கு} = m(v - u)$$

$$\text{ஆனால் விசை (P)} = \frac{m(v - u)}{t}$$

$$\text{அதாவது } P \times t = m(v - u)$$

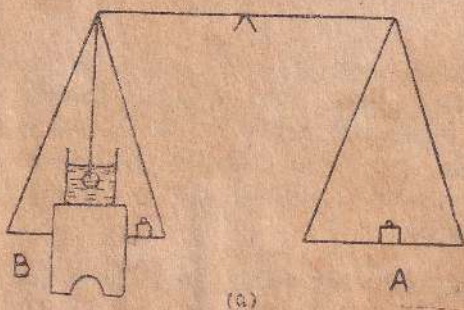
$$\text{கணத்தாக்கு} = m(v - u) = P \times t = \text{விசை} \times \text{நேரம்}$$

$$\text{இதன் அலகுகள் கிராம்} \cdot \frac{\text{சமீ.}}{\text{செக்}}; \text{ இருத்தல்} \cdot \frac{\text{அடி}}{\text{செக்.}}$$

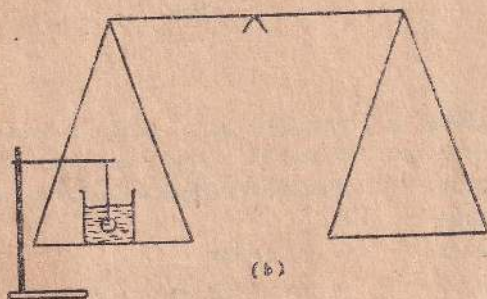
அல்லது தைன் - செக்; இருத்தலி - செக்.

நியூறனின் மூன்றாம் இயக்கவிதி

கூக்கமும் மறுதாக்கமும் எப்பொழுதும் சமனும் எதிருமாகும். இதனைத் திட்டவாட்டமாக ஆய்வுகூடத்தில் வாய்ப்புப் பார்ப்பதற்குப் பின்வரும் பரிசோதனையைக் கையாளலாம்.



ஒரு கண்ணாடி ஆழியின் நிறை (W_1)ஐ வளியில் காண்க. பின்பு படம் 13 (a) இல் காட்டியவாறு நீரில் அதன் நிறை W_2 ஐக் காண்க. அப்பொழுது ($W_1 - W_2$) அதன் மீது நீர் ஏற்படுத்திய மேலுதைப்பைத் தரும். அடுத்தபடி முகவை நீரை அத்தராசில்



படம் 13 (b)

நிறுக்க. இதன் நிறையை W_3 என்க. பின்பு படம் 13 (b) இல் காட்டியவாறு ஒரு புறம்பான தாங்கியில் ஆழியை முகவை நீருக்குள் தொங்கவிட்டு தராசின் சமநிலைக்கு இடவேண்டிய நிறை W_4 ஐக் காண்க. ($W_4 - W_3$) இப்பொழுது பொருள் நீரின்மீது ஏற்படுத்தும் கீழ் உதைப்பைத் தரும். இங்கு

$$W_1 - W_2 = W_4 - W_3 \text{ எனக் காணப்படும்}$$

அதாவது மேலுதைப்பு = கீழுதைப்பு

எனவே நீர் ஆழியில் ஏற்படுத்தும் மேலுதைப்பு ஆழி நீரில் ஏற்படுத்தும் கீழுதைப்புக்குச் சமனாகும். இப்பரிசோதனை தாக்கமும் மறுதாக்கமும் சமனும் எதிரும் என்பதைக் காட்டுகின்றது.

உதாரணங்கள்

1. ஒரு 400 கிராம் திணிவு ஓர் உயர்த்தியின் கூரையில் தொங்க விடப்பட்ட விற்றராசில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. விற்றராசின் வாசிப்புக்களை உயர்த்தி (a) 40 சமீ. செக்² ஆர்முடுகலுடன் உயரும் பொழுதும் (b) 20 சமீ. / செக்² ஆர்முடுகலுடன் இறங்கும் பொழுதும் (c) 15 சமீ. / செக்² கிரான வேகத்துடன் உயரும் பொழுதும், காண்க.

(a) விற்றராசில் செயற்படும் இழுவையை T தைன்கள் என்க. இதுவே அதன் வாசிப்பாகும். f உயர்த்தியின் ஆர்முடுகல். எனவே உயர்த்தி உயர்வதால் திணிவில் செயற்படும் இயக்கத் துகறிய சமன்பாடு

$$\begin{aligned}
 T - 400 \text{ g} &= 400 \text{ f} \\
 T &= 400 \times g + 400 \times f \\
 &= 400 \times 980 + 400 \times 40 \\
 &= 400 \times 1020 \text{ தைன்} \\
 &= \frac{400 \times 1020}{980} \text{ கிராம் நிறை} \\
 &= 416.3 \text{ கிராம் நிறை}
 \end{aligned}$$

∴ விற்றராசின் வாசிப்பு = 416.3 கிராம் நிறை

(b) இப்பொழுது விற்றராசில் செயற்படும் இழுவுவையே T_1 தைன்கள் என்க. உயர்த்தி இறங்குவதால்

$$\begin{aligned}
 400 \text{ g} - T_1 &= 400 \times f_1 \\
 400 \times 980 - T_1 &= 400 \times 20 \\
 T_1 &= 400 (980 - 20) \\
 &= 400 \times 960 \\
 &= \frac{400 \times 960}{980} \text{ கிராம் நிறை} \\
 &= \frac{19200}{49} \\
 &= 391.8 \text{ கிராம் நிறை}
 \end{aligned}$$

விற்றராசின் வாசிப்பு = 391.8

(c) வேகம் சீரானதால் விளையுள் விசை பூச்சியமாகும் எனவே இழுவை = நிறை

$$\begin{aligned}
 T_2 &= mg \\
 &= 400 \times g \\
 &= 400 \text{ கிராம் நிறை}
 \end{aligned}$$

∴ விற்றராசின் வாசிப்பு = 400 கிராம் - நிறை

(2) 5 கி. கிராம், 3 கி. கிராம் உடைய இரு திணிவுகள் ஒரு இழையில் இணைக்கப்பட்டு 3 மீற்றருக்கப்பால் ஒய்வில் இருக்கின்றன. இழையில் 250 கிராம் நிறையுடைய மாரு இழுவை தொழிற் படுகிறது. திணிவுகள் எப்பொழுது சந்திக்கும்? ஒவ்வொன்றும் என்ன தூரம் நகர்ந்திருக்கும்?



இழையில் இழுவை = 250 கிராம் நிறை = 250g தைன் படம் 14 இல் காட்டியவாறு இழுவைகள் செயற்படும் 5 கி. கி திணிவுக்கு $P = mf$ ஐப் பிரயோசிக்க

$$250g = 5000 f$$

$$f = \frac{g}{20} \text{ சமீ. / செக்}^2$$

$$3 \text{ கி.கி திணிவுக்கு } 250g = 3000 f_1$$

$$f_1 = \frac{g}{12} \text{ சமீ. / செக்}^2$$

t செக்கனுக்குப்பின் திணிவுகள் சந்திக்கிறதெனவும் 5 கி. கி திணிவு 5 சமீ. நகர்ந்ததெனவும் கொள்க. அப்பொழுது 3 கி. கி திணிவு (300 - 5) சமீ. நகர்ந்துள்ளது.

$$s = ut + \frac{1}{2} ft^2 \text{ ஐப் பிரயோகித்தால்}$$

$$5 \text{ கி.கி திணிவுக்கு } s = \frac{1}{2} \times \frac{g}{20} \times t^2 \quad \text{----- (1)}$$

$$3 \text{ கி.கி திணிவுக்கு } (300 - s) = \frac{1}{2} \frac{g}{12} \times t^2 \quad \text{----- (2)}$$

$$(1) + (2) \quad 300 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{15} g \times t^2$$

$$t^2 = \frac{300 \times 15}{980}$$

$$= \frac{15 \times 15}{49}$$

$$t = \sqrt{\frac{15 \times 15}{49}} = \frac{15}{7} \text{ செக்.}$$

$$= 2\frac{1}{7} \text{ செக்.}$$

$$(1) \text{ இல் } t = \frac{15}{7} \text{ ஐப் பிரயோசிக்க}$$

$$s = \frac{1}{2} \times \frac{980}{20} \times \frac{15 \times 15}{7 \times 7}$$

$$= \frac{15 \times 15}{2}$$

$$= 112.5 \text{ ச.மீ}$$

திணிவுகள் $2\frac{1}{7}$ செக்கனுக்குப் பின் சந்திக்கும். 5 கி.கி திணிவு 112.5 சமீ. தூரமும், 3 கி.கி திணிவு 187.5 சமீ. தூரமும் நகர்ந்துள்ளன.

(3) 6 மீற் / செக் வேகத்துடன் கிடையாக இயங்கும் நீர்த் தாரை ஒரு நிலைக்குத்துச் சுவரில் மோதி பின் நேர்க்கீழே விழுகின்றது. தாரையின் வெட்டுமுகப்பரப்பு 20 சதுர சமீ. ஆயின் சுவரில் நீர் உருற்றும் விசையை கி.கிராம் நிறையிற் காண்க?

$$1 \text{ செக் சுவரில் மோதும் நீரின் கனவளவு} = 6 \times \frac{20}{10^4} \text{ க. மீற்}$$

$$1 \text{ ,, ,, ,, ,, திணிவு} = \times \frac{20}{10^4} \times 10^3 \text{ கி. கி.}$$

$$= 12 \text{ கி. கிராம்}$$

மோதலின் பின் நீருக்கு கிடைவேகம் இல்லையாகும்.

1 செக் அழிக்கப்பட்ட உந்தம் (mv)

$$= 12 \times 6 \text{ நியூட்டன்}$$

உருற்றப்படும் விசை = உந்தமாற்ற வீதம்

$$= 12 \times 6 \text{ நியூட்டன்}$$

$$= \frac{12 \times 6}{10} \text{ கி. கிராம் நிறை}$$

$$= 7.2 \text{ கி. கி. நிறை}$$

வேலை

ஒரு பொருளின் மீதுள்ள ஒரு புள்ளியில் விசை பிரயோகிக்கப்படும் பொழுது விசைப் பிரயோகப்புள்ளி விசையின் திசையே நகரின், வேலை செய்யப்படுகின்றது எனப்படும்.

வேலை ஓர் எண்ணிக்கணியமாகும்.

P என்னும் விசை ஒரு துணிக்கையில் பிரயோகிக்கப்படும் பொழுது அத்துணிக்கை S என்னுந் தூரத்திற் கூடாக விசையின் திசையே நகரின் செய்யப்படும் வேலை P இனதும் S இனதும் பெருக்கத்தினால் பெறப்படும்.

அதாவது வேலை (W) = விசை (P) × தூரம் (S). இதன் அலகு ச. சி. செ. இல் ஏக்கு

அ. இ. செ. இல் அடி இறுத்தலி அல்லது அடி-இறு-நிறை
மீ. கிகி. செ. இல் நியூற்றன். மீற்றர்

ஏக்குக்குப் பதிலாக யூல் என்னும் பெரிய அலகு உபயோகிக்கப்படும்.

$$\begin{aligned} 1 \text{ யூல்} &= 10^7 \text{ ஏக்குகள்} \\ &= 1 \text{ நியூற்றன். மீற்றர்} \end{aligned}$$

வேலையின் பரிமாணம்

$$\begin{aligned} \text{வேலை} &= \text{விசை} \times \text{தூரம்} \\ (W) &= MLT^{-2} \times L \\ &= ML^2 T^{-2} \end{aligned}$$

$$\text{மேலும் 1 அடி-இரூத்தலி} = 1 \text{ இரூத்தல்} \cdot \frac{\text{அடி}^2}{\text{செக்}^2}$$

$$1 \text{ ஏக்கு} = 1 \text{ கிராம்} \cdot \frac{\text{சமீ}^2}{\text{செக்}^2}$$

எனவே 1 அடி இரூத்தலியில் இருக்கும் x ஏக்குகளை காண வேண்டின் அதை வருமாறு காணலாம்.

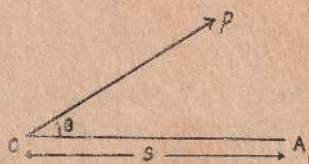
$$1 \text{ இரூத்தல்} \cdot \frac{\text{அடி}^2}{\text{செக்}^2} = x \text{ கிராம்} \cdot \frac{\text{சமீ}^2}{\text{செக்}^2}$$

$$x = \frac{\text{இரூத்தல்}}{\text{கிராம்}} \cdot \frac{\text{அடி}^2}{\text{சமீ}^2}$$

$$= 453.6 \times (30.48)^2$$

$$= 4.214 \times 10^5$$

$$\therefore 1 \text{ அடி இரூத்தலி} = 4.214 \times 10^5 \text{ ஏக்குகள்}$$



P என்னும் விசை OP வழியே θ என்னும் கோணத்தை OA வுடன் ஆக்கிக்கொண்டு செயற்படின், O நகரும் தூரம் OA வழியே S எனின்,

படம் 15

$$\text{செயற்படும் வேலை (W)} = P \text{ கோசை } \theta \times OA$$

$$= P \text{ கோசை } \theta \times S$$

இங்கு OA வழியே தொழிற்படும் விசை P கோசை θ ஆகும் வலு:- வேலை செய்யப்படும் வீதம் வலு எனப்படும்.

$$\text{அதாவது} \quad \text{வலு} = \frac{\text{வேலை}}{\text{நேரம்}}$$

ச. கி. செ. அலகில் வலுவின் அலகு ஏக்கு / செக் அல்லது யூல் / செக் ஆனால், யூல் / செக் = உவாற்று. ஆகவே உவாற்று வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

வேலையானது ஒரு செக்களில் ஒரு யூல் வீதம் செய்யப்பட்டின் வலுவானது ஓர் உவாற்று எனப்படும்.

அவ்வாறு ஒரு செக்களில் 1000 யூல்கள் வேலைசெய்யப்பட்டின் வலு கிலோவாற்று எனப்படும். இவை வலுவின் செய்முறை அலகுசனாகும். அத்துடன் பெரும்பாலும் மின்பொறிகளின் வேலை செய்யும் வீதங்களை குறிப்பிட இவை பிரயோகிக்கப்படும்.

அ. இ. செ அலகில் இதன் அலகு அடி. இருத்தலி / செக் அல்லது அடி - இருத்தல் / செக். ஆகும்

ஆனால் இத் தொகுதிக்குரிய செய்முறை அலகு பரிவலு என அழைக்கப்படும்.

பரிவலு:- ஒரு செக்கனுக்கு 550 அடி-இருத்தல் வீதம் வேலை செய்யப்பட்டின் அல்லது ஒரு நிமிடத்தக்கு 33,000 அடி-இருத்தல் வீதம் வேலை செய்யப்பட்டின் வலு ஒரு பரிவலு எனப்படும்.

அதாவது 1 பரிவலு = 550 அடி-இருத்தல் / செக்

வலுவின் பரிமாணம்

$$\begin{aligned} \text{வலு} &= \frac{\text{வேலை}}{\text{நேரம்}} = \frac{\text{விசை} \times \text{தூரம்}}{\text{நேரம்}} = \frac{MLT^{-2} \times L}{T} \\ &= ML^2T^{-3} \end{aligned}$$

பரிவலுவை உவாற்றில் குறிப்பிடல்

$$\begin{aligned} 1 \text{ ப. வ.} &= x \text{ உவாற்றுக்கள்} \\ \frac{550 \text{ அடி-இருத்தல்}}{\text{செக்}} &= x \cdot \frac{\text{யூல்கள்}}{\text{செக்.}} \\ 550 \text{ அடி - இருத்தல்} &= x \times 10^7 \text{ ஏக்கு} \\ 550 \times 32 \text{ அடி-இருத்தலி} &= x \times 10^7 \text{ தைன். சமீ.} \\ 550 \times 32 \frac{\text{அடி}^2}{\text{செக்}^2} &= x \times 10^7 \text{ கிராம்.} \quad \frac{\text{சமீ}^2}{\text{செக்}^2} \\ \therefore x &= \frac{550 \times 32}{10^7} \times \frac{\text{இருத்தல்}}{\text{கிராம்}} \times \left(\frac{\text{அடி}}{\text{சமீ.}} \right)^2 \\ &= \frac{550 \times 32}{10^7} \times 453.6 \times (30.48)^2 \\ x &= 746 \text{ உவாற்றுகள்} \end{aligned}$$

எனவே 1 செக்கனுக்கு 746 உவாற்று வீதம் வேலை செய்யப் பட்டின் வலு 1 பரிவலு எனப்படும்.

இதிலிருந்து $\frac{1 \text{ அடி இருத்தல்}}{\text{செக்}} = 1.356$ உவாற்றுகள் எனவும் தெரியப்படும்.

இயக்கச்சத்தி

ஒரு பொருள் வேலை செய்யத்தக்கதாயின் அது சத்தியுடைய தெனக் கொள்ளப்படும், பொருளொன்று இயக்கத்தின் பண்பினால் சத்தியை உடையதாயிருக்கும் பொழுது அச்சத்தி இயக்கப் பண்புச் சத்தி எனப்படும். இயங்கும் ஒரு பொருளின் ஒரு கணத்திலுள்ள இயக்கப் பண்புச் சத்தியைக் கணிப்பதற்கு u என்னும் வேகத்துடன் இயங்கும் m திணிவுள்ள பொருளொன்றைக் கருத்திற்கொள்க. இவ்வேகம் P என்னும் மாறாவிசையினால் s என்னும் தூரத்தினில் ஓய்வுக்குப் படிப்படியாக கொண்டுவரப்பட்டின், அதனில் ஏற்பட்ட இயக்கப் பண்புச்சத்தி மாற்றம் எதிர்ப்பு விசை P இனால் s என்னும் தூரத்துக் கூடாக நகர்வதில் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமனாகும். எனவே

$$\therefore \text{இயக்கப் பண்புச்சத்தி மாற்றம்} = P \times s$$

ஆனால் $P = mf$ இங்கு f ஆனது பெர்ருளின் அமர்முடுகல்

$$\therefore P \cdot s = mf \cdot s$$

இறுதிவேகம் $v = 0$, $v^2 = u^2 + 2fs$ என்னுஞ் சமன்பாட்டிற்கு இணங்க

$$0 = u^2 - 2fs \quad (f \text{ அமர்முடுகல்})$$

$$\therefore fs = \frac{u^2}{2}$$

$$\therefore \text{இயக்கப் பண்புச்சத்தி மாற்றம்} = m \cdot fs = \frac{mu^2}{2}$$

ஆனால் இறுதிச் சத்தி = 0

$\therefore u$ என்னும் வேகத்தையுடைய கணத்தில் பொருளின் இயக்கப்பண்புச்சத்தி = $\frac{1}{2} mu^2$

ச. கி. செ. அலகில் இது ஏக்குகளில் இருக்கும்

அ. இ. செ. அடி இருத்தலியில் இருக்கும்

அழுத்தசத்தி (நிலைப்பண்புச் சத்தி)

ஒரு பொருளினது நிலையின் பண்பினால் அப்பொருள் பெறும் சத்தி நிலைப்பண்புச் சத்தி அல்லது அழுத்தச் சத்தி எனப்படும். நிலத்தரையின் மட்டத்தில் இருக்கும் பொருளொன்றின் அழுத்த சத்தியைப் பூச்சிமெனக் கொள்ளின் அதிலிருந்து h உயரத்துக்கு

அப் பொருள் உயர்த்தப்பட்டிருக்கும் பொழுது பொருளிலுள்ள நிலைப்பண்புச் சக்தி தரையிலிருந்து அப் புள்ளிக்கு அதன் நிறையை உயர்த்துவதில் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமனாகும். அல்லது அப் புள்ளியிலிருந்து அந் நிறை தரைக்கு விழப்படுத்தப்படும் பொழுது செய்யப்படும் வேலைக்குச் சமனாகும். அதாவது

$$\text{அழுத்தச் சக்தி} = mgh \quad (\text{நிறை} \times \text{உயரம்})$$

ச. கி. செ. அலகில் இது ஏக்குகளிலும், அ. இ. செ. அலகில் அடி - இரூத்தலிலும் இருக்கும்.

மேலும் m இரூத்தல் நிறையிலும் h அடியிலும் இருப்பின் அழுத்தச்சக்தி $m \cdot h$ அடி-இரூ. நிறையில் இருக்கும்.

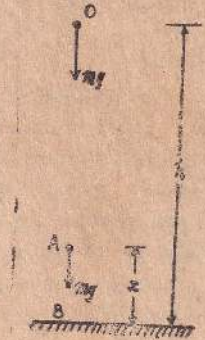
சக்திக்காப்பு

சக்தி ஒரு ரூபத்திலிருந்து இன்னொரு ரூபத்தக்கு மாற முடியினும் தரப்பட்ட தொகுதி யொன்றினது மொத்த சக்தி மாறாத தொன்றாகும். இதவே சக்திக்காப்பு. எடுத்துக்காட்டாக தரைக்குமேல் h உயரத்தில் இருக்கும் m திணிவுள்ள O என்னும் பொருளைக் கருத்திற் கொள்.

O வில் பொருள் ஓய்வில் இருப்பதால் அதன் அழுத்தச் சக்தி $= mgh$

பொருள் விழும்பொழுது தரையிலிருந்து

x உயரத்தை அடையும் பொழுது A இல் வருமெனக் கொள்க.



படம் 16

$$\begin{aligned} \text{அப்பொழுது அதிலுள்ள சக்தி} &= \text{இயக்கச்சக்தி} + \text{அழுத்தச்சக்தி} \\ &= \frac{1}{2} mv^2 + mgh \end{aligned}$$

$$\text{ஆனால் } v^2 = 0 + 2g(h - x)$$

$$\begin{aligned} \therefore \frac{1}{2} mv^2 &= \frac{1}{2} m \times 2g(h - x) \\ &= mgh - mgx \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore A \text{ இல் பொருளின் சக்தி} &= \frac{1}{2} mv^2 + mgh \\ &= mgh - mgx + mgx \\ &= mgh \end{aligned}$$

மேலும் பொருள் தரை B ஐ அடையும் பொழுது அதிலுள்ள மொத்த சத்தி ஆனது v_1 வேகத்துடன் தரையில் விழும்பொழுது பொருள் பெறும் இயக்கச்சத்தியாகும்.

$$\begin{aligned} \therefore B \text{ இல் பொருளின் சத்தி} &= \frac{1}{2} m v_1^2 \\ \text{ஆனால் } v_1^2 &= 0 + 2gh \\ \frac{1}{2} m v_1^2 &= \frac{1}{2} m \times 2gh \\ &= mgh \end{aligned}$$

$\therefore B$ இல் பொருளின் சத்தியும் $= mgh$

எனவே O விலும், A இலும், B இலும் சரி பொருளின் மொத்த சத்தியானது mgh பருமனுடையதாக இருக்கின்றது. அதாவது சத்தி காக்கப்படுகின்றதென்பதை இவ் வெடுத்துக்காட்டு விளக்குகின்றது. இக்கணிப்புகளில் வளித்தடை புறக்கணிக்கப்படுகின்றது.

திணிவு

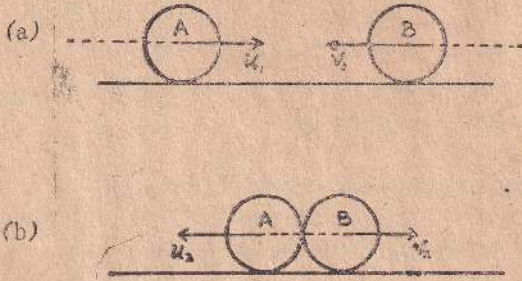
பொருளின் சடத்திவைது பருமன் அதன் திணிவுக்குரிய திட்ட வட்டமான வரையறை என அயின்கதைதின் தொடர்பியல் தத்துவத்தின்படி கருத இயலாதிருக்கின்றது. 1905 இல் அயின்சுதைன் தனது தொடர்பியல் கொள்கையிலிருந்து ஒரு பொருள் அதன் திணிவு m பருமனால் குறையும் பொழுது அது வெளிவிடும் சத்தி w ஆனது $w = mc^2$ இனால் தரப்படும் என நிரூபித்துள்ளார். c என்பது இங்கு ஒளியின் வேகத்தின் எண் பெறுமானமாகும். m கிராமிலும் c சமீ./செக் இலும் இருப்பின் w ஏக்குகளில் இருக்கும். எனவே $m = \frac{w}{c^2}$. அயின்கதைதின் கொள்கை கதிர்வீசும் பொருள்களின் மீது செய்யப்படும் கிளர்மீன் பரிசோதனைகளால் நிரூபிக்கப்பட்டது. எனவே அயின்கதைதன் ஒரு பொருளின் திணிவானது அதன் அணுக்களிலிருந்து பெறப்படும் மொத்தச் சத்தியின் அளவு என வரையறுத்துள்ளார். $c = 3 \times 10^{10}$ சமீ./செக் எனின் 9×10^{20} ஏக்குச் சத்தியை ஒரு குறிதத பொருளின் திணிவிலிருந்து வெளிவிடின் அதன் திணிவு ஒரு கிராம் ஆகும்.

உந்தக்காப்பு

வெளி விசைகள் தாக்கா மேலும் பொருட்கள் தொகுதி யொன்றினது பொருள்களின் மொத்த உந்தம் மாறாததாகும். இதுவே உந்தக்காப்பு விதி.

அதாவது ஒரு தொகுதிப் பொருள்களுக்கிடையே தாக்க மறு தாக்கங்கள் அத் தொகுதிய் பொருள்களின் மொத்த உந்தத்தை மாற்றுவதில்லை.

விளக்கம்



படம் 17

படம் 17 (a) இல் A, B என்பன m_1, m_2 திணிவுகளாகும். இவைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசைகளில் u_1, v_1 என்னும் வேகங்களுடன் ஒரே நேர்கோட்டில் இயங்குகின்றன எனவும் மோதல் நிகழ்ந்தபின் அவைகள் படம் 17 (b) இல் காட்டியவாறு u_2, v_2 என்னும் வேகங்களுடனும் திரும்புகின்றன வெனவுங் கொள்க. இங்கு மோதலினால் மொத்த உந்தத்தில் மாற்றம் எதுவும் ஏற்படவில்லை என்பதைக் காட்டுவதே நோக்கமாகும். வலப்பக்கமான திசையை நேர் (+) எனக் கொள்க. அப்பொழுது

$$\begin{aligned} \text{A இன் ஆரம்ப உந்தம்} &= m_1 u_1 \\ \text{A இன் இறுதி உந்தம்} &= -m_1 u_2 \\ \text{B இன் ஆரம்ப உந்தம்} &= -m_2 v_1 \\ \text{B இன் இறுதி உந்தம்} &= m_2 v_2 \end{aligned}$$

மோதுகையின் போது இவற்றிடையே தொழிற்படும் விசையை P எனவும் அது தொழிற்படும் நேரம் t எனவுங் கொண்டால்,

$$\begin{aligned} \text{A இல் விசை} &= -P \text{ ஆகும்} \\ \text{B இல் விசை} &= P \text{ ஆகும்} \\ \therefore \text{A இல் உந்தமாற்றம்} &= -Pt = -m_1 (u_1 + u_2) \\ \text{B இல் உந்தமாற்றம்} &= Pt = m_2 v_2 - (-m_2 v_1) \\ &= m_2 v_2 + m_2 v_1 \end{aligned}$$

இவ்விஞ் மாற்றங்களும் சமனும் எதிருமாகும்

ii. மொத்த உந்தமாற்றம்

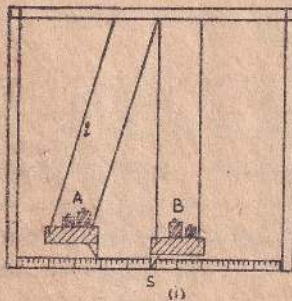
$$m_2 v_1 + m_2 v_2 - m_1 u_1 - m_1 u_2 = 0$$

அதாவது $m_1 u_1 - m_2 v_1 = m_2 v_2 - m_1 u_2$

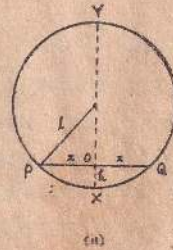
இது ஆரம்ப மொத்த உந்தம் = இறுதி மொத்த உந்தம் என்பதைக் காட்டுகின்றது.

உந்தக் காப்புத் தத்துவத்தை வாய்ப்பும் பார்த்தல்

இதனை இக்கின் எறியியற்றராசை (Hicks ballistic balance) உபயோகித்து வாய்ப்பும் பார்க்கலாம் (படம் 18)



(a) படம் 18



(b)

A, B என்னும் இரு திணிவுகள் இரு அளவுத் தட்டுக்களில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு அளவுத் தட்டும் நான்கு இழைகளில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. திணிவு ஒவ்வொன்றினதும் கிடை இடப்பெயர்ச்சி S என்னும் அளவுத் திட்டத்தில் ஒவ்வொரு தட்டோடும் பொருத்தப்பட்ட சுட்டியினால் அளக்கப்படும். படம் 18 a இல் காட்டியவாறு A என்னும் திணிவு முதல் இடம் பெயர்க்கப்படும். அது விடப்படும் பொழுது B உடன் மோதும். A இனதும் B இனதும் கிடை இடப்பெயர்ச்சிகள் மோதுகைக்கு முன்னும் பின்னும் அளக்கப்படும். படம் 18 (b) இல் காட்டியவாறு A ஆனது ஆரம்பத்தில் l என்னும் ஆரையுடைய வட்ட மொன்றின் வில்லின்மீது P இல் இருக்கிறதெனக் கொள்க. அப் பொழுது அதன் வேகம் பூச்சியம். அது B யுடன் மோதும் பொழுது அதிதாழ்ந்த நிலை x இற்கூடாக u என்னும் வேகத்துடன், $mgh = \frac{1}{2} mu^2$ என்னும் சத்திக் காப்புச் சமன்பாட்டுக்கிணங்கச் செல்லும். இங்கு h என்பது A சென்ற OX இனது நிலைக்குத்துத் தூரமாகும். (படம் 18 b). எனவே,

$$u^2 = 2gh$$

இப்பொழுது $XO \cdot OY = PO \cdot OQ$; XY வட்டத்தின் விட்டமாகும். விட்டத்தை $2l$ எனவும் கிடைத்தாரம் OP ஐ X எனவும் கொண்டால்,

$$h(2l - h) = x \cdot x = x^2$$

$$h = \frac{x^2}{2l} \text{ செய்முறையில் } h \text{ ஆனது } l \text{ உடன்}$$

ஒப்பிடும்பொழுது சிறிதாயகையால் h^2 புறக்கணிக்கப்படுகின்றது.

$$\therefore u^2 = 2gh = 2g \cdot \frac{x^2}{2l} = \frac{gx^2}{l}$$

$$\therefore u \propto x \quad (\Delta \text{ g.l மாதிலியாதலால்})$$

எனவே B ஐ A மோதும்பொழுது A இன் வேகம் அதன் கிடைப் பெயர்ச்சிக்கு விகிதசமமாகும். இதே போன்ற பரிசீலிப்பின் மூலம் மோதுகைக்கப் பின்னும் A இனதும் B இனதும் வேகங்கள் அவற்றின் கிடைப்பெயர்ச்சிகளுக்கு முறையே விகிதசமமாகும். இப்பெயர்ச்சிகள் S என்னும் அளவுத்திட்டத்தில் அளக்கப்படுகின்றன. இவ்வளவைகள் குறிக்கப்பட்ட அட்டவணையிலிருந்து A, B இனது திணிவுகள் m_1, m_2 வும் B ஐ மோதுகைக்கு முன் A இன் வேகம் u வும், மோதுகைக்குப்பின் A இனதும் B இனதும் வேகங்கள் u_1 உம் v_1 உம் ஆகிய யாவற்றிலுமிருந்து கணிப்பின்மூலம்,

$$m_1 u = m_1 u_1 + m_2 v_1 \text{ எனக் காணப்படுகின்றது.}$$

அதாவது மோதுகைக்கு முன்னிருந்த A இனதும் B இனதும், மொத்த உந்தம் மோதுகைக்கு பின்னுள்ள A இனதும் B இனதும் மொத்த உந்தத்துக்குச் சமனாகின்றது. இங்கு B ஆரம்பத்தில் நிலையாக இருப்பதனால் அதன் ஆரம்ப உந்தம் பூச்சியமாகும்.

உதாரணங்கள்:

1. வடக்கு நோக்கிச் செக்கனுக்கு 5 மீற்றர் வேகத்துடன் இயங்கும் ஒரு பில்லியட் பந்தானது 6 மீற்றர் செக் வேகத்துடன் தன்னை நோக்கி வரும் இன்னொரு B என்னும் பந்துடன் சந்திக்கின்றது இரண்டு பந்தினதும் திணிவுகள் சமனாகும். A ஆனது செக்கனுக்கு 5 மீ. வேகத்துடன் பின்னதைக்குமாயின் B இனது வேகத்தையும் திசையையும் காண்க. மோதுதலின் போது சத்தி இழக்கப்படுமென்பதையும் காட்டுக.

ஒவ்வொரு பந்தினதும் திணிவை M கி.கிராம் என்க

வடக்கு நோக்கும் வேகத்தை $+$ என்க.

ஆகவே தெற்கு நோக்கும் வேகம் $-$ ஆகும்.

மோதுதலுக்கு முன்

$$\begin{aligned} A \text{ இன் உந்தம்} &= + 5M \text{ நியூட்டன். செக்.} \\ B \text{ இன் உந்தம்} &= - 6M \text{ நியூ. செக்} \\ \therefore \text{ மொத்த உந்தம்} &= - M \text{ நியூ. செக்} \end{aligned}$$

மோதுதலுக்குப் பின்

$$\begin{aligned} A \text{ இன் உந்தம்} &= - 5M \text{ நியூட்டன். செக்} \\ \text{இப்பொழுது } B \text{ இன் வேகம் } v \text{ எனின்} & \\ B \text{ இன் உந்தம்} &= Mv \text{ நியூ. செக்} \\ \therefore \text{ மொத்த உந்தம்} &= (- 5M + Mv) \text{ நியூ. செக்} \end{aligned}$$

உந்தக்காப்பின்படி

$$\begin{aligned} \text{மோதுதலுக்குப்பின் மொத்த உந்தம்} &= \text{மோதுதலுக்குமுன்} \\ &\text{மொத்தஉந்தம்} \\ - 5M + Mv &= - M \\ \therefore v &= + 4 \end{aligned}$$

\therefore மோதுதலுக்குப் பின் B இன் வேகம் 4 மீற்/செக் வடக்கு நோக்கி. அடுத்து மோதுதலுக்கு முன் A, B இனது மொத்த

$$\begin{aligned} \text{சக்தி} &= \frac{1}{2} M (5)^2 + \frac{1}{2} M (-6)^2 \\ &= \frac{1}{2} M (25 + 36) \\ &= \frac{61}{2} M \text{ மீற். நியூட்டன்} \end{aligned}$$

மோதுதலுக்குப்பின் A, B இனது மொத்த சக்தி

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} M (-5)^2 + \frac{1}{2} M (4)^2 \\ &= \frac{1}{2} M (25 + 16) \\ &= \frac{41}{2} M \text{ மீற். நியூட்டன்} \end{aligned}$$

உ. மோதுதலில் இழக்கப்பட்ட சக்தி

$$\begin{aligned} &= \frac{61M}{2} - \frac{41M}{2} = \frac{20M}{2} \\ &= 10 M \text{ மீற். நியூட்டன்} \end{aligned}$$

2. ஓர் 50 கிராம் நிறுக்கும் சன்னம் கிணையாக ஒரு மண் பெட்டிக்குச் சுடப்பட்டது. அதனால் சன்னம் பெட்டியில் பதிந்துள்ளது. பெட்டி சுழலாதவாறு பின்னடிக்கத்தக்கதாக 6 மீற். நீளமுள்ள இழைகளில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. பெட்டியின் திணிவு 40 கி. கிராமும் ஆரம்பத்தில் ஓய்விலுமிருப்பின் 5° நிலைக்குத்துடன்

இழைகள் ஆக்குமாறு பெட்டி பின்னடிப்பின் சன்னத்தின் வேகம் என்ன? ($g = 980$ சமீ, செக்⁻²)

பெட்டியில் மோதும்பொழுது சன்னத்தின் வேகம் u சமீ/செக்
சன்னத்தின் திணிவு = 50 கிராம்

மோதுகைக்குமுன் சன்னத்தின் உந்தம் = 50 u தைன் செக்
மோதுகைக்குமுன் சன்னத்தினதும்

பெட்டியினதும் மொத்த உந்தம் = 50 u தைன் செக்
மோதுகை நிகழ்ந்தவுடனே உந்தக்காப்பின்படி

மொத்த உந்தம் = 50 u தைன் செக்

இப்பொழுது பெட்டி சன்னம் பதிந்திருக்க v என்னும் வேகத்
துடன் இயங்க ஆரம்பிப்பின் பெட்டியினதும் சன்னத்தினதும்

இயக்கச்சத்தி = $\frac{1}{2} (40050) v^2$ ச.மீ தைன்

B இல் பெட்டியினதும் சன்னத்தினதும் அழுத்தசத்தி = mgh

$$\begin{aligned} h &= AC \\ &= 6 - OC \\ &= 6 - 6 \cos 5^\circ \\ &= 6 (1 - 0.9962) \\ &= 0.0228 \text{ மீற்றர்} \\ &= 2.28 \text{ ச.மீ} \end{aligned}$$

∴ இயக்கச்சத்தி, அழுத்தச் சத்தியாக மாறின
தால்

$$\frac{1}{2} (40,050) v^2 = 40,05 \times g \times 2.28$$

$$v^2 = 2 \times 980 \times 2.28$$

$$v = 66.85 \text{ ச.மீ/செக்.}$$

எனவே மோதுகை நிகழ்ந்தவுடன் உந்தம்

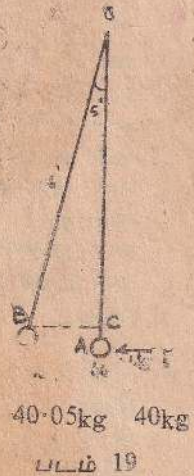
$$= 40,050 \times 66.85 \text{ தைன் செக்}$$

எனவே உந்தக் காப்பு விதிக் கிணங்க

$$50u = 40,050 \times 66.85$$

$$u = 53546.85 \text{ ச.மீ/செக்.}$$

∴ சன்னத்தின் வேகம் = 53546.85 ச.மீ/செக்.



வினாக்கள்

(உ = 980 சமீ. செக்²)

1. ஒரு பில்லியட்டுப் பந்து 120 சமீ / செக் வேகத்தில் சென்று 180 சமீ / செக் வேகத்தில் இதனை நோக்கிவரும் இன்னொரு இதே போன்ற பந்துடன் மோதுகின்றது. முதற்பந்து 150 சமீ / செக் வேகத்துடன் பின்னதைக்குமாயின் மோதலுக்குப் பின் இரண்டாம் பந்தின் வேகத்தைக் கணிக்க மோதுகையில் இழக்கப்பட்ட சத்தியையும் கணிக்க.

[விடை: 90 சமீ / செக் 8100 சமீ. தைன்]

2. உந்தக்காப்புத் தத்துவத்தைக் கூறி அதனை வாய்ப்புப் பார்க்கப் பரிசோதனையொன்றை விவரிக்க.

பிரதான தெருவில் 100 கிமீ. / மணி வேகத்தில் இயங்கும் 2000 கி. கிராம் திணிவுள்ள காரொன்று செங்குத்தாகவுள்ள குறுக்குத் தெருவில் இருந்து 50 கி. மீ. / மணி வேகத்தில் வெளியேறும் 10,000 கி. கிராம் திணிவுள்ள லொறியுடன் மோதுகின்றது. இரு வாகனங்களும் கொழுவப்பட்டு செல்லின் மோதுதலுக்குப் பின் அவற்றின் வேகம் என்ன?

[விடை: 44.87 கி. மீ. / மணி பிரதான தெருவுக்கு 68° இல்]

3. உந்தம், இயக்கச்சத்தி என்றால் என்ன?

260 சமீ. நீளமுள்ள ஓர் எளிய ஊசல் 5 கி. கிராம் திணிவுள்ள ஊசற் குண்டைக் கொண்டுள்ளது. இது தொங்குபுள்ளிக் கூடாகச் செல்லும் நிலைக்குத்துக் கோட்டிலிருந்து ஒரு பக்கமாக 100 சமீ. தூரத்துக்கு இழுத்து பின்பு விடப்படுகின்றது. அதி தாழ் புள்ளியை அடையும்பொழுது ஊசலின் உந்தத்தையும், இயக்கச் சத்தியையும் காண்க. இப் புள்ளியில் ஓய்விவிருக்கும் இன்னொரு ஊசலின் 9 கி. கிராம் திணிவுள்ள ஊசற்குண்டுடன் மோதி ஒட்டிக் கொள்ளின் இரண்டும் ஒன்றாக இயங்கும் பொழுது வேகத்தைக் காண்க.

[விடை: 7 நியூட்டன் செக், 50,000 சமீ. கிராம், 50 சமீ / செக்.]

4. 3000 சமீ / செக் வேகத்தடன் கிடையாக இயங்கும் 15 கிராம் திணிவுள்ள சன்னமானது 300 சமீ. நீள இழையில் தொங்க விடப்பட்ட 2 கி. கி. திணிவுள்ள மரக்குற்றியில் மோதுகின்றது. இரண்டும் ஒன்றாக இயங்கின் குற்றி என்ன கோணத்துக் கூடாக அடையும். [விடை 23° . 48']

5. 2 கிலோகிராம் திணிவுள்ள மரக்குற்றி ஒரு நிலையான தாங்கியிலிருந்து தொங்கும் 5 மீற்றர் நீளமுள்ள நுண்ணிய கம்பியில்

தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. 2 கிராம் திணிவுள்ள சன்னம் கிடையாக மரக்குற்றிக்கு அதன் புவியீர்ப்புமையம் நோக்கிச் சுடப்படுகின்றது. பின்பு குற்றியுடன் பதிந்து விடுகின்றது. இம் மோதுகையால் குற்றி வெளிநோக்கி 35 ச.மீ. கிடைத் தூரத்துக் கூடாக அலைந்துள்ளது மோதுகையில் சன்னத்தின் வேகத்தையும், பொறியியல் சத்தி இழப்பையும் காண்க.

[விடை: 4.92×10^4 சமீ/செக்; 2.41×10^9 ஏக்குகள்]

6. ஒரு நெருப்பு அணைக்கும் எஞ்சின் அதன் மூக்குக் குழாய்க் கூடாக 1500 சமீ/செக் வேகத்தோடு வெளியேறத்தக்கதாக நீரைப் பம்படிக்கின்றது. தாரை கவருக்குச் செங்குத்தாகப் பிடிக்கப்பட்டின் அத்துடன் நீரின் பின்னதைப்பும் புறக்கணிக் கப்பட்டின் கவரில் ஏற்படும் அழுக்கத்தைக் கணிக்க.

[விடை: 2.25×10^5 நியூட்டன்/மீ²]

7. ஓர் இயங்கும் பொருளின் இயக்கச் சத்திக்கு ஒரு கோவையைப் பெறுக.

2×10^3 கி.கி. திணிவும் 50 கி.மீ/மணி வேகத்துடனும் கிடையான பரப்பில் இயங்கும் ஒரு வாகனம் நிறுத்திகளைப் பிரயோகித்து 120 ச.மீ தூரத்துக்குள் ஓய்வுக்கு கொண்டுவரப்படுகின்றது. சராசரி அமர்முடுகல் விசையைக் கணிக்க.

10க்கு 1 அன சாய்வுடைய தளத்தில் 50 கி.மீ/மணி மாறக் கதியில் இழுத்துச் செல்வதற்கு எஞ்சினில் பிரயோகிக்கப்படும் வலுவைக் காண்க. உராய்வுத்தடை 25 கி.கி. நிறையாகும்.

[விடை: 1.6×10^5 நியூ, 28.125 கிலோவாற்று]

8. ஒவ்வொன்றும் 3 கி.கிராம் திணிவுள்ள இரு வாளிகள், ஒருநிலையான கப்பிமீது செல்லும் நீளா இழையொன்றின் முனையில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன. ஒரு 1 கி.கி திணிவுள்ள சத்தியல் 160 ச.மீ உயரத்திலிருந்து ஒரு வாளிக்குள் போடப்பட்டின்,

(a) தொகுதியின் ஆரம்பவேகம் (b) தொகுதியின் ஆர்முடுகல் (c) மோதுகையால் 1 கி.கிராம் திணிவில் சத்தி இழப்பு ஆகிய வற்றைக் காண்க.

[விடை: (a) 80 ச.மீ/செக்.

(b) 140 ச.மீ/செக்² (c) 15.36 யூல்]

9. இயக்க விதிகளைக் கூறுக.

ஒரு தோட்ட நீரடிக்குள் குழாயால் ஒரு செக்கனுக்கு 10 க.சமீ நீர் 1 நிமி. விட்டமுடைய துவாரத்துக்கூடாக வெளியேற்றப் படுகின்றது. அதைப் பாவிப்பவரின் கையில் ஏற்படும் பின் முக உதைப்பைக் காண்க.

[விடை: 13 கிராம் நிறை]

10. உந்தம், விசை, வேலை என்பவற்றை விளக்க, பரிமாணக் களைத் தருக.

ஓர் ஒப்பமான கப்பியீது செல்லும் ஓர் இழையின் இருமுனைகளிலும் 480 கி. 500 கி. திணிவுகள் காவப்படுகின்றன. இத்திணிவுகள் ஓய்விலிருந்து புறப்பட்டு 5 மீற்றருக் கூடாக இயங்க எடுக்கும் நேரத்தையும் அத்துடன் இந் நேரத்தினில் செய்யப்படும் வேலையையும் காண்க. $[g = 980 \text{ சமீ/செக்}^2]$
[விடை: 7.07 செக்.; 0.98 யூல்]

11. 300 W. வலுவுடன் வேலை செய்யும் சைக்கிள் ஓட்டி ஒருவனால் ஒரு சமமான தெருவில் 4 மீ/செக் கதையை நிலைநாட்ட முடிகின்றது. அவனின் இயக்கத்துக்குள்ள தடையைக் கணிக்க. 20 க்கு 1 ஆன் சரிவில் அச் சைக்கிள் ஓட்டி பெறக்கூடிய அதி உயர் கதி 2.5 மீ/மணி ஆகும். தெருவுக்குச் சமாந்தரமான இயக்கத்துக்குள்ள தடையும் அவன் வேலை செய்யும் வீதமும் சமமான தெரிவில் போன்றவாறு இருப்பின் சைக்கிள் ஓட்டியினதும் சைக்கிளினதும் மொத்தநிறை என்ன?

[விடை: 75 நியூட்; 90 கி.கி நிறை]

12. ச. கி. செ.; அ. இ. செ. அலகுகளில் சத்தி, வலு, ஆகியவற்றை வரையறுக்க. இவற்றிற்கு ஒத்த சர்ப்பலகையும் தருக. ஒரு பம்பியானது 6 மீ. ஆழத் தாங்கியிலிருந்து ஒரு நிமிடத்துக்கு 10 கன மீற் நீரை 9 மீ/செக் வேகத்துடன் வெளியேற்றுகின்றது. (a) நீரை மேல் எடுத்தலில் (b) நீருக்கு இயக்கச் சத்தி கொடுத்தலில் ஒரு நிமிடத்துக்குச் செய்யப்படும் வேலையைக் காண்க. இப்பம்பியின் வலு என்ன?

[விடை: 6×10^5 யூல், 4×10^4 யூல், 1.07×10^4 W.]

அலகு 3

வட்ட இயக்கம், எளிய இசை இயக்கம்

கோண வேகம்

O என்னும் புள்ளியை மையமாகக் கொண்டு அதைச் சுற்றி மாறாத திசையுடன் இயங்கும் பொருளொன்றின் இயக்கத்தை இனி ஆராய்வோமாக. A இலிருந்து B க்குப் பொருள் இயங்கும் பொழுது ஆரை OA ஆனது θ என்னும் கோணத்துக்கூடாக இயங்கும். அப்பொழுது புள்ளி O பற்றிய கோணவேகம் ω ஆனது ஒரு செக்கனுக்கு ஆரை கடக்கும் கோணம் எனப்படும். எனவே t என்னும் நேரத்தில் A இலிருந்து B க்குப் பொருள் இயங்கின்,



படம் 20

$$\omega = \frac{\theta}{t} \text{ ஆகும்.}$$

$$\text{--- --- --- (1)}$$

கோணவேகம் 'செக்கனுக்கு ஆரையன்கள்' அல்லது ஆரையன்கள் / செக் இனில் அழைக்கப்படும்.

$$(1) \text{ இலிருந்து } \theta = \omega.t$$

$$\text{----- (2)}$$

இது நேர்கோட்டியக்கத்தில்,

$$\text{தூரம்} = \text{கிரான வேகம்} \times \text{நேரத்துக்குச் சமானமாகும்}$$

எனவே வட்டத்தை ஒரு தரம் சுற்றுவதற்கு எடுக்கப்படும் நேரம் T. அதாவது இயக்கத்தின் அலைவுகாலம் T ஆனது $= \frac{2\pi}{\omega}$

--- (3) இனால் தரப்படும். ஏனெனில் ஒரு சுழற்சியின்போது கடக்கப்படும் கோணம் 2π ஆரையன்கள் அல்லது 360° ஆகும். எனவே, AB என்னும் வில்லின் நீளம் S ஆகவும் OA என்னும்

ஆரை r ஆகவும் கொள்ளப்படின் $\theta = \frac{s}{r}$ ஆகும்.

$$\therefore s = r\theta$$

$$\therefore \frac{s}{t} = \frac{r\theta}{t}$$

ஆனால், $\frac{s}{t} = v$ அதாவது சுழலும் பொருளின் வேகமாகும்

அத்துடன் $\frac{\theta}{t}$ அப்பொருளின் கோண வேகமாகும்.

$$\text{எனவே } v = r\omega \quad \text{----- (4)}$$

சுழலும் பொருளின் ஆர்முடுகல்

ஒர் இழையின் முனையில் கட்டப்பட்ட பொருளொன்று வட்டத்தில் சுழலின், இழையிலுள்ள இழுவை பொருளை அதன் பாதையில் தொடர்ச்சியாக இயங்க வைக்கும். அப்பொழுது பொருளும் வட்டத்தின் மையத்தை நோக்கி ஒரு மாறா ஆர்முடுகலையும் உடையதாகும். பொருள் ஒரு கணத்தில், படம் 20 இல் காட்டியவாறு A இல் வருகிறதெனக் கொள்க. அப்பொழுது அதன் வேகம் v ஆனது AT வழியே யுளதாகும். பின்பு பொருள் B க்கு இயங்கும்பொழுது ஒரு குறுகிய நேர இடையில், AT வழியே நிகழும் வேகமாற்றம் $= v$ கோசை $\theta - v$ ஆகும். θ மிகவும் சிறிதாகையால் கோசை θ ஆனது கோசை 0° க்கு அல்லது 1 க்குச் சமனாகும். இதன் விளைவாக பொருளுக்கு தொடவி வழியே ஆர்முடுகல் இல்லையாகும்.

இப்பொழுது B இலுள்ள வேகம் v ஐ ஆரை OA க்குச் சமந்தரமாக பிரிப்பின் அப்பொழுது

$$\text{மையம் நோக்கி வேகமாற்றம்} = v \text{ சைன் } \theta$$

$$\therefore \text{மையம் நோக்கி ஆர்முடுகல்} = \frac{v \text{ சைன் } \theta}{t}$$

ஆனால் சைன் $\theta = \theta$ ஆரையன்களிலும் சிறிதாகையாலும் இருப்பதனால்

$$\therefore \text{ஆர்முடுகல்} = \frac{v\theta}{t} = v\omega \quad \left(\because \frac{\theta}{t} = \omega \right)$$

$$\text{ஆனால் } v = r\omega$$

$$\therefore \text{ஆர்முடுகல்} = \omega^2 r \text{ அல்லது } \frac{v^2}{r} \quad \text{----- (5)}$$

எனவே சுழலும் பொருளொன்று மையத்தை நோக்கி $\omega^2 r$ அல்லது $\frac{v^2}{r}$ க்குச் சமனான மாறா ஆர்முடுகலை உடையதாகும்.

ஓர் இழையின் முனையில் கட்டப்பட்ட கல் ஒரு நிலைக்குத்து வட்டத்தில் சுழற்றப்படும் பொழுது மையத்தை நோக்கி அதற்குக் கொடுக்கப்படும் ஆர்முடுகல் இழையின் இழுவையாலாகும். ஓர் ஓடும் கார் ஒரு சரிந்த வட்ட பாதையில் சுற்றி இயங்கும்பொழுது மையநாட்ட ஆர்முடுகல் காரின் சில்லுகளிலுள்ள விசைகளினால் வழங்கப்படும்.

மையநாட்ட விசை

m என்னும் திணிவுள்ள பொருள் ஒரு வட்டத்தில் இயங்கும் பொழுது பொருளின் மீது ஒரு மைய நாட்ட விசை செயற்படும். இதன் பருமன் $\frac{mv^2}{r}$ இனால் தரப்படும். ஒரு பொருள் வட்டத்தில் சீரான கதியுடன் இயங்குவதற்கு மையநாட்ட விசையே காரணமாகும். பொருள் சுழலும்பொழுது இவ்விசை வெளியேயிருந்து கொடுக்கப்படும். உதாரணமாக ஓர் இழையில் கல்லை கிடையாகச் சுழற்றும் பொழுது கல்லின்மீது இழையின் இழுவை அவ் விசையைக் கொடுக்கும். இதேபோல் ஒரு கார் வளைவில் செல்லும் பொழுதும் மையநாட்டவிசை காரின்மீது செயற்படும் மறுதாக்க விசையால் கொடுக்கப்படுகின்றது.

மையநீக்க விசை

மையநீக்க மறுதாக்கம் சில நேரங்களில் பிழையாக மையநீக்க விசை யெனவும் கருதப்படுகின்றது. மையநீக்க விசையை வருமாறு எடுத்துக்காட்டலாம்.

கிடையான மேசையொன்று ஒரு நிலைக்குத்து அச்சுப்பற்றி மாறாக் கோணக் கதியுடன் இயங்குகிறதெனக் கொள்க. மேலும் ஓர் அவதானி அம் மேசையின் மத்தியிலிருந்து மேசையுடன் சுழல்கிறான் எனவும் அவன் மேசையின் சுழற்சியை அறியாத வண்ணம் இருக்கின்றான் எனவும் கருத்திற்கொள்க. அவன் ஒரு முனையில் கல் கட்டப்பட்ட இழையின் மறுமுனையை கையில் பிடிக்கின்றானாகும். முழுத் தொகுதியும் சீராகச் சுழலும்பொழுது அவனுக்கு கல் ஓய்விலிருக்கிறது போல் தோற்றும். ஆனால் அவன் தான் கல்லில் உருற்றும் இழுவையை உணரத்தக்கவகைகளும் இருக்கின்றான். ஆகவே கல்லில் இவன் விசையை உருற்றுவதால் அக் கல் இவனை நோக்கி அணுகாது ஒரு மாறாத் தூரத்தில் இருக்கின்றது. அதை வினாவும்பொழுது கல்லின்மீது இழுவைக்கு எதிரானதும் சமமானதுமான ஒருவிசை செயற்படுவதாலாகும் என்பது புலனாகின்றது. இவ்விசை மையநீக்கவிசை எனப்படும். முற்றாகப் புறத்தில் நின்று நோக்கும் அவதானிக்கு இவ்விசை செயற்படுவதாகத் தெரிவதில்லை. அத்தகைய அவதானிக்கு மையநாட்டவிசை நின்றதும் பொருள்

பாதையின் தொடவழியே பறப்பதாகக் காணப்படும். ஆனால் பொருளோடு சுழலும் அவதானிக்கு மையநாட்டவிசை நின்றதும் பொருள் ஆரைவழியே வெளிநோக்கி வீசப்படுவதாகத் தோற்றும். அத்துடன் மையநீக்க விசையும் பருமனில் $\frac{mv^2}{r}$ இலேயே கொடுக்கப்படும்

வட்டப்பாதையில் சைக்கிள் ஓட்டியின் இயக்கம்



படம் 21

வட்டப் பாதையைச் சுற்றி ஓடும் சைக்கிள் ஓட்டி செவ்வளிலிருந்து விலகி அதனுடன் θ என்னும் கோணத்துக் கூடாகச் சாய்ந்து ஓடக் காணப்படும். அவன் நிறை நிலைக்குத்தாக புவியீர்ப்பு மையத்துக்கூடாகச் செயற்படும். R என்பது நிலைத்தின் விளையுள் மறுதாக்கம். இதன் நிலைக்குத்துக் கூறு R கோசை θ வும் கிடைக்கூறு R சைன் θ வுமாகும்.

இங்கு

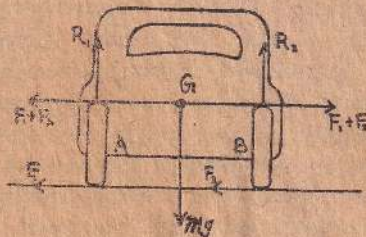
$$R \cos \theta = mg \quad \text{--- (1)}$$

$$R \sin \theta = \frac{mv^2}{r} \quad \text{--- (2)}$$

$$\frac{(2)}{(1)} \quad \text{தான் } \theta = \frac{v^2}{rg}$$

θ ஆனது சைக்கிள் ஓட்டி நிலைக்குத்துடன் சாயவேண்டிய கோணத்தைத் தரும்.

வட்டப்பாதையில் காரின் இயக்கம்



படம் 22

ஒரு கார் v என்னும் வேகத்துடன் வட்டக் கிடையான r என்னும் ஆரையுடைய பாதையில் செல்கின்றது. A , B என்னுஞ் சில்லுகளில் R_1 , R_2 என்னும் மறுதாக்கங்களும் F_1 , F_2 என்னும் உராய்வு விசைகளும் செயற்படும். $(F_1 + F_2)$ என்னும் சமமான தும் எதிரானதுமான இரு விசைகள் காரின் புவியீர்ப்பு மையத்துக் கூடாக (G) செயற்படுகிறதெனக் கற்பனை செய்க. அப்பொழுது

$$F_1 + F_2 = \frac{mv^2}{r} \quad \text{----- (1)}$$

$$R_1 + R_2 = mg \quad \text{----- (2)}$$

G பற்றத் திருப்புதிறன் எடுப்பின்

$$(F_1 + F_2) h + R_1 a - R_2 a = 0 \quad \text{----- (3)}$$

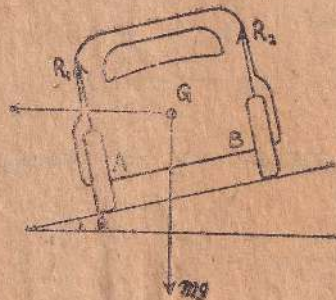
இங்கு $2a$ ஆனது இரு சில்லுகளுக்குமிடையிலுள்ள தூரமும் h என்பது நிலத்திலிருந்து புவியீர்ப்புமையத்தின் உயரமுமாகும். மேற் சமன்பாடுகளிலிருந்து,

$$R_1 = \frac{1}{2} m \left(g - \frac{v^2 h}{ra} \right)$$

$$R_2 = \frac{1}{2} m \left(g + \frac{v^2 h}{ra} \right)$$

R_2 எப்பொழுதும் நேர் ஆனதால் மறைவதில்லை. ஆனால் $v^2 = \frac{arg}{h}$ ஆகின் $R_1 = 0$ ஆகும். அதனால் கார் வெளிநோக்கிச் சரியும். $v^2 < \frac{arg}{h}$ ஆகின் R_1 நேர் ஆகும்.

சாய்ந்த பாதையில் சுற்றிச் செல்லும் காரின் இயக்கம்



சாய்ந்த வட்டப் பாதையில் செல்லும் காரைக் கருத்திற் கொள்க. பாதையின் கிடையாரையை r என்க. சில்லுகளில் செயற்படும் செவ்வன் மறுதாக்கங்கள் R_1, R_2 ஆகும். பாதையின் சாய்வு கிடையுடன் θ எனின்

$$(R_1 + R_2) \text{ சைன் } \theta = \frac{mv^2}{r} \quad \text{-----(1)}$$

$$(R_1 + R_2) \text{ கோசை } \theta = mg \quad \text{-----(2)}$$

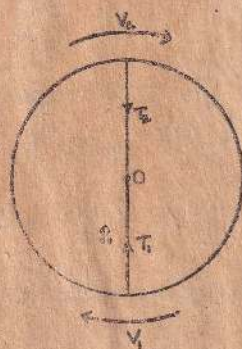
$$\begin{aligned} (1) \text{ தான் } \theta &= \frac{v^2}{rg} \quad \text{-----(3)} \\ (2) \end{aligned}$$

எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்துக்கும் ஆரை r க்கும் கார் சுறுக்காது செல்வதற்கு சாய்வு θ ஆனது தான் $\theta = \frac{v^2}{rg}$ இனால் தரப்படுமாகும். வேகம் அதிகரிப்பின் θ வும் அதிகரிக்கும்

நிலைக்குத்து வட்டத்தில் இயக்கம்

ஓர் இழையின் முனையொன்றில் கட்டப்பட்ட கல் நிலைக்குத்து வட்டத்தில் சுழற்றப்படின் இயக்கம் சீரற்றதாக இருக்கும்.

கல் அதிதாழ் புள்ளிக்கூடாகச் செல்லும் பொழுது வேகத்தை V_1 என்க. அப்பொழுது இழுவை மேல் முகமாகவும் நிறை கீழ்முகமாகவும் செயற்படும்.



$$\therefore T_1 - mg = \frac{mv_1^2}{R}$$

$$T_1 = \frac{mv_1^2}{R} + mg \quad \text{-----(1)}$$

படம் 24

அதிஉயர் புள்ளிக்கூடாகக் கல் செல்லும்பொழுது கல்லின் வேகம் v_2 எனின்,

$$T_2 + mg = \frac{mv_2^2}{R}$$

$$T_2 = \frac{mv_2^2}{R} - mg \quad \text{-----(2)}$$

$$T_2 = 0 \text{ ஆயின் } \frac{mv_2^2}{R} = mg$$

$$v_2 = \sqrt{gR}$$

— — — (3)

(3) இலுள்ள வேகம் மாறுநிலை வேகம் எனப்படும். v_2 இப்பெறுமானத்துக்குக் கீழ் இருப்பின், அதியர் புள்ளியில் இழை தொய்யும் அதனால் கல் கீழ்முகமாக விழும். எனவே அதியர் புள்ளியில் v_2 ஆனது மாறுநிலைவேகம் \sqrt{gR} இலும் குறையாதிருப்பதற்கு அதிதாழ் புள்ளியிலுள்ள வேகம் v_1 ஆனது அதியர் புள்ளியை அடையும் கணத்தில் \sqrt{gR} இற்குச் சமனாக வரத்தக்கதாக இருத்தல் வேண்டும். v_1 இன் இப்பெறுமானம் வருமாறு காணப்படும்.

$$\text{அதிதாழ் புள்ளியில் சத்தி} = \frac{1}{2} mv_1^2$$

$$\text{அதியர் புள்ளியில் சத்தி} = \frac{1}{2} mv_2^2 + mg \cdot 2R$$

சத்திக்காப்பின்படி,

$$\frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} mv_2^2 + mg \cdot 2R$$

$$v_1^2 = v_2^2 + 4gR$$

$$= gR + 4gR$$

$$v_1^2 = 5gR$$

$$v_1 = \sqrt{5gR}$$

எனவே அதிதாழ் புள்ளியில் கல்லின் மிகக் குறைந்த வேகம் $\sqrt{5gR}$ ஆக இருத்தல் வேண்டும்.

உதாரணம்

(1) 2 கிலோகிராம் திணிவுள்ள ஓர் ஊசற் குண்டு 2 மீற்றர் நீளமுள்ள ஓர் இழைக்குக் கட்டப்பட்டு 120 சமீ. ஆரையுடைய ஒரு கிளையான வட்டத்தில் சுழலச் செய்யப்படுகின்றது. இயக்கத்தின் அலைவுக்காலத்தையும் இழையில் இழுவையையும் காண்க.

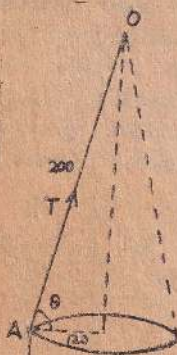
படம் 25 இல் A என்பது ஊசற்குண்டு,

OA இழையாகும்.

கோசை $\theta = \frac{3}{5}$; சைன் $\theta = \frac{4}{5}$

$$T \text{ கோசை } \theta = \frac{mv^2}{r}$$

$$= \frac{2000 \times v^2}{120} \text{ ————— (1)}$$



படம் 25

$$\begin{aligned} T \text{ சைன் } \theta &= 2000g \times \frac{4}{5} & \text{--- --- (2)} \\ &= 1600g \text{ தைன்} \\ &= 1600 \text{ கிராம் நிறை} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore (1) \text{ இல் } 1600 \times g \times \frac{4}{5} &= \frac{2000}{120} \times v^2 \\ v^2 &= \frac{1600 \times 980 \times 3 \times 120}{5 \times 2000} \\ v &= \sqrt{\frac{1600 \times 980 \times 3 \times 120}{5 \times 2000}} \\ &= 168\sqrt{2} \text{ மீ. / செக்.} \end{aligned}$$

$$\therefore \omega = \frac{v}{r} = \frac{168\sqrt{2}}{120} \text{ ஆரையன் / செக்.}$$

$$\therefore \text{அலைவகாலம் } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{168\sqrt{2}} \times 120 = 3.18 \text{ செக்.}$$

(2) 9.8 மீ/செக். கதியுடன் செல்லும் புகையிரதம் 196 மீற்றர் ஆரையுடைய வளைவில் கவனமாகச் செல்வதற்கு புகையிரதம் பாதை என்ன சாய்வில் அமைக்கப்படல் வேண்டும்?

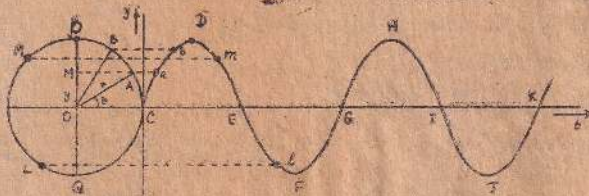
$$v = 9.8 \text{ மீ. / செக்.}; \quad r = 196 \text{ மீற்றர்}; \quad \theta = ?$$

$$\text{தான் } \theta = \frac{v^2}{rg} = \frac{9.8 \times 9.8}{196 \times 9.8} = 0.05$$

$$\therefore \theta = 2.85^\circ$$

எளிய இசை இயக்கம்

எளிய இசை இயக்கம் இயற்கையில் அடிக்கடி நிகழும் இயக்கமாகும். எளிய ஊசலின் இயக்கம், இசைக்கவரின் இயக்கம் கருளில்லில் தொங்கும் திணிவு இழுக்கப்பட்டு விடுப்பொழுது ஆக்கப்படும் இயக்கம் இவை யாவும் எளியஇசை இயக்கத்துக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்



O என்னும் மையமும் r என்னும் ஆரையுமுடைய வட்டத்தில் சீரான கோணவேகம் ω வுடன் இயங்கும் ஒரு பொருளைக் கருத்திற் கொள்க. POQ என்னும் விட்டத்தில் பொருளின் எறியமானது, பொருள் இடஞ்சுழியாக C இலிருந்து ஒரு வட்டத்துக்கூடாக இயங்கும்பொழுது, O விலிருந்து P க்குச் சென்று பின்பு O வுக்கு வந்து அடுத்து Q க்குச் சென்று மீண்டும் O க்கு வருமாகும். அப்பொழுது மையம் O பற்றி POQ வில் நிகழும் எறியத்தின் அங்குமிங்குமான இயக்கம் எளிய இசை இயக்கம் எனப்படும்.

வட்டத்தில் இயங்கும் பொருள் ஒரு கணத்தில் A இல் இருக்கிறதெனக் கொள்க. அப்பொழுது கோணம் COA யை θ வென்க. எறியத்தை M என்க. A இல் பொருளின் ஆர்முடுகல் AO வழியே $= \omega^2 r$ இதனால் M இனதம் ஆர்முடுகல் O வை நோக்கியுள்ளதாகும்.

M இன் ஆர்முடுகல் O வை நோக்கி $= \omega^2 r$ சைன் θ

$$= \omega^2 r \cdot \frac{y}{r} \quad (\because OM = y)$$

$$= \omega^2 y$$

ω^2 மாறிலியானதால்

\therefore மையம் நோக்கி M இன் ஆர்முடுகல் \propto C இலிருந்து M இன் தூரம், இதை கணித முறைப்படி எழுதவேண்டின்

$$O \text{ வை நோக்கி ஆர்முடுகல்} = - \omega^2 y \quad \text{----- (1)}$$

- க்குரியானது பொருள் மையத்தை கடந்து செல்லும்பொழுது அமர்முடுகல் ஆரம்பிக்கின்றதென்பதைக் குறிக்கின்றது.

ஒரு பொருள் அதன் ஆர்முடுகல் எந்தக் கணத்திலும் நிலையான புள்ளியை நோக்கி அங்குமிங்கும் அலைகின்றதாயும் அப்புள்ளியிலிருந்து அதன் தூரத்துக்கு விசிதசமமாயும் இருப்பின் பொருள் எளிய இசை இயக்கத்தை ஆக்குகிறதெனப்படும்.

அலைவுகாலம் வீச்சம், சைன்வளைபி

ஓர் அலைவுக்கு எடுத்தும் நேரம் அலைவுகாலம் எனப்படும். பொருளின் கோணவேகம் ω எனவும் அது ஒருக்காச் சுற்றும் பொழுது 2π ஆரையன்கள் பருமனுடைய கோணத்தை கடக்கிறதாகவும் கொள்ளும்பொழுது அலைவுகாலம் $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ஆகும். — (2)

O விலிருந்து எறியம் M அலையும் அதிலுயர் தூரம் OP ஆனது இயக்கத்தின் வீச்சம் எனப்படும். இது வட்டத்தின் ஆரைக்குச் சமனாகும்.

இனி தூரம் y ஆனது O விலிருந்து நேரம் t உடன் எவ்விதம் மாறுகிறது என்பதை அவதானிப்போம்.

$$\text{தூரம் } y = OM = r \text{ சைன் } \theta$$

$$\text{ஆனால் } \theta = \omega t; \therefore y = r \text{ சைன் } \omega t \text{ --- (3)}$$

y க்கும் t க்கும் உரிய வரைபு படம் 26 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கோணவேகம் மாறிலியானதால் θ ஆனது நேரம் t க்கு விகிதசமமாகும். O விலிருந்து எறியம் P இற்குச் சென்று மீண்டும் O வுக்குத் திரும்பி O க்குச் சென்று O வுக்கும் மீண்டும் வரும் பொழுது வரைபு CDEFG கிறப்படும். இவ் வரைபு சைன் வளைவி ஆகும்.

எளிய இசை இயக்கத்தின்போது வேகம்.

A இல் பொருள் வரும்பொழுது அதன் வேகம் = $r\omega$ இது A இலுள்ள தொடலி வழியே செயற்படுகிறதாகும். எனவே POQ என்னும் விட்டத்துக்குச் சமநீரமாக அக் கணத்திலுள்ள

வேகம் = $r\omega$ கோசை θ ஆகும்

$$\therefore M \text{ இன் வேகம் } QP \text{ வழியே} = r\omega \text{ கோசை } \theta$$

$$\text{ஆனால் } y = r \text{ சைன் } \theta, \therefore \text{ கோசை } \theta = \sqrt{1 - \text{சைன்}^2 \theta}$$

$$\text{மேலும் கோசை } \theta = \sqrt{1 - \frac{y^2}{r^2}}$$

$$= \frac{1}{r} \sqrt{r^2 - y^2}$$

$$\therefore v = r\omega \cdot \frac{\sqrt{r^2 - y^2}}{r}$$

$$= \omega \sqrt{r^2 - y^2} \text{ --- (4)}$$

எளிய இசை இயக்கத்துடன் இயங்கும் பொருளின் வேகம் இதுவோகும்.

$$\text{இதன் அதிலுயர் வேகம் } v_m = \omega r \text{ (} \because y = 0 \text{)}$$

எளிய ஊசல்

l என்னும் நீளமுள்ள இழையொன்றின் ஒரு முனையில் m என்னும் சிறு திணிவு பொருத்தப் பட்ட எளிய ஊசலொன்றைக் கருத்திற்கொள்க. இது P என்னும் புள்ளியில் தொங்கவிடப்பட்டு சிறிய கோணத்துக் கூடாகப் பெயர்க்கப்படி அது O என்னும் சமநிலைப்புள்ளி பற்றி அங்கு மிங்கும் அலையும். இது ஓர் எளிய இசை இயக்கம் என வருமாறு காட்டப்படும்.



படம் 27

அலையும் திணிவு ஒரு கட்டத்தில் B என்னும் நிலையில் இருக்கிறதென்க. அப்பொழுது $OB = y$, $\angle OPB = \theta$. B இல் திணிவை இழுக்கும் விசை mg சைன் θ ஆனது தொடலி வழியே செயற்படுமாகும். இழையிலுள்ள இழுவை இதற்குச் செங்குத்தாக இருப்பதனால் தொடலி வழியே கூரையுடையதாக இருக்கமாட்டாது. எனவே B இல் செயற்படும் விசைக்குரிய சமன்பாடு

$$- mg \text{ சைன் } \theta = mf \text{ ஆகும்.}$$

f என்பது OB என்னும் வில்லின் வழியே செயற்படும் ஆர்முடுகலாகும். - குறி விசையானது O வை நோக்குகின்றதைக் குறிக்கின்றது. y என்னும் இடப்பெயர்ச்சி O விலிருந்து வில்லின் வழியே அளக்கப்படுவதாகும். θ சிறிதாகையாலும் ஆரையன்களில் அளக்கப்படுவதாலும்

$$\text{சைன் } \theta = \theta; \quad \text{அத்துடன் } \theta = \frac{y}{l}$$

$$\text{எனவே } - mg \theta = - mg \frac{y}{l} = mf$$

$$\therefore f = \frac{-g}{l} \cdot y = \omega^2 y \text{ போன்றதாகும். எனவே } \omega^2 = \frac{g}{l}$$

இங்கு ஆர்முடுகல் ஒரு நிலையான புள்ளியிலிருந்து y இன் தூரத்துக்கு விகிதசமமாக இருப்பதால், அலையும் திணிவின் இயக்கம் எளிய இசை இயக்கம் ஆகும்.

$$\text{அலைவுகாலம் } T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் g மாறிலியாகும். ஆகவே T ஆனது l இல் மட்டும் தங்கியுள்ளது. மேலும் அலைவுகாலம் வளித்தடைபாதித்த போதிலும் மாற்றம் அடைவதில்லை. அதாவது அலைவின் வீச்சம் குன்றினும் அலைவுகாலம் மாறுதிற்கும்.

மேற் சமன்பாட்டை அதாவது அலைவுகாலச் சமன்பாட்டை பரிமாண முறையிலும் வருமாறு காணலாம்.

அலைவுகாலம் T திணிவு m இலும் இழையின் நீளம் l இலும் இடத்தின் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் g இலும் தங்கும் ஒரு கணியமெனக் கொள்க.

$$\text{எனவே } T = km^x l^y g^z \quad \text{--- (1)}$$

இங்கு x, y, z தெரியா எண்களாகும்.

சமன்பாடு (1) இனது இரு பக்கங்களினதும் பரிமாணங்களாவன

$$T = M^x L^y \cdot L^z T^{-2z}$$

M, L, T க்களின் இருபக்கங்களிலுமுள்ள சுட்டிகளை சமன்படுத்தும் பொழுது

$$x = 0$$

$$y + z = 0$$

$$-2z = 1$$

$$\therefore z = -\frac{1}{2}; \quad x = 0; \quad y = \frac{1}{2}$$

இவற்றைச் சமன்பாடு (1) இல் பிரதியிடும்பொழுது,

$$T = km^0 l^{\frac{1}{2}} g^{-\frac{1}{2}} \text{ பெறப்படும்.}$$

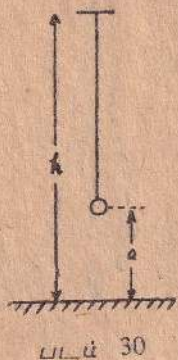
$$\text{அதாவது } T = k \sqrt{\frac{l}{g}}$$

k ஆனது ஓர் எண் என்பதால் பரிமாணம் இல்லாத தொன்றாகும். ஆனால் கணித பரிசீலிப்பின்படி இதன் பெறுமானம் 2π எனக் காணப்பட்டது.

$$\text{எனவே, } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ ஆகும்.}$$

எளிய ஊசலினால் g ஐத் துணிதல்

புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் g ஐத் துணிவதற்கு எளிய ஊசலின் வெவ்வேறு நீளங்கள் l இற்கு T அளக்கப்படும். l ஐ 50 சமீ. இனி



$$\therefore \frac{4\pi^2}{g} a = \frac{4\pi^2}{g} h - T^2$$

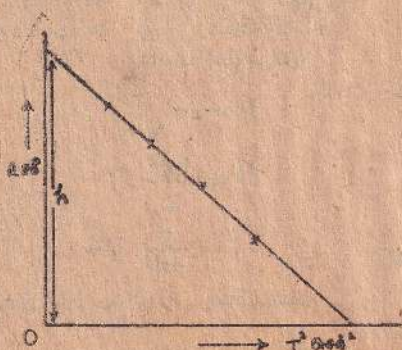
$$\therefore a = h - \frac{g}{4\pi^2} \cdot T^2 \quad \text{--- (1)}$$

இங்கு h , g , $4\pi^2$ மாறிலிகளாகும்.

எனவே x ஐ y அச்சிலும் T^2 ஐ x அச்சிலும் கொண்டு வரைபு அமைக்கப்படும் பொழுது அது படம் 31 இல் காட்டியவாறு அமையும்.

$$\text{வரைபின் சாய்வுவீதம்} = \frac{g}{4\pi^2}$$

$$\therefore g = 4\pi^2 \times \text{வரைபின் சாய்வுவீதம்}$$



படம் 31

எனின் அதன் அதிஉயர் வேகத்தையும் அப்பொழுது இழையையுங் காண்க.

ஊசற்குண்டு அலையும்பொழுது அதிதாழ் புள்விக்கூடாகச் செல்லும்பொழுது வேகம் அதி உயர்வாகும்.

$$\therefore V_m = \omega \cdot r = 5\omega$$

$$\text{ஆனால், } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi$$

$$\therefore v_m = 5\pi \text{ சமீ./செக். ஆகும்.}$$

அத்துடன் வரைபின் y அச்சிலுள்ள லெட்டுத்துண்டு கூரையின் உயரம் h ஐயும் தரும்.

உதாரணம்

ஓர் ஊசற் குண்டின் திணிவு 100 கிராம். இது ஓர் எளிய ஊசலைப்போல் 10 சமீ. வீச்சத்துடன் அலைகின்றது. அலைவு காலம் 2 செக்கன்

இழையின் இழுவை T தைன்கள் எனின் அதிதாழ் புள்ளியில் செயற்படும் விளையுள் விசை = T - mg = T - 100 g தைன்களாகும்.

$$\text{ஆனால்} \quad T - 100g = \frac{100v^2}{l}$$

$$T - 100g = \frac{100\pi^2}{l}$$

$$\therefore T = 100g + \frac{100\pi^2}{l} \text{ தைன்கள்}$$

இப்பொழுது

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot l$$

$$\therefore l = \frac{T^2 \cdot g}{4\pi^2} = \frac{4g}{4\pi^2} = \frac{g}{\pi^2}$$

$$T = 100g + \frac{100\pi^2 \times \pi^2}{g}$$

$$= 100g + \frac{100\pi^4}{g} \text{ தைன்கள்}$$

$$= 100 + \frac{100\pi^4}{g^2} \text{ கிராம் நிறை}$$

$$= 109.3 \text{ கிராம் நிறை}$$

வினாக்கள்

(980 சமீ. / செக்²)

வட்ட இயக்கம்

- 500 கிராம் திணிவுள்ள ஒரு பொருள் 6 ச. மீ ஆரையுடைய வட்டத்தைச் சுற்றி 30 சமீ/செக். மாறாக்கதியுடன் சுழல்கின்றது. (i) கோணவேகத்தையும் (ii) மையநாட்ட விசையையும் கணிக்க. [விடை: (i) செக்கனுக்கு 5 ஆரையன்கள், (ii) 75000 தைன்]

- 5கி.கிராம் திணிவுள்ள ஒரு பொருள் கிடையான 120 சமீ ஆரையுள்ள வட்டத்தில் நிலைக்குத்துடன் சாய்ந்த சுழலும் இழை

மினல் சுழற்றப்படுகின்றது, பொருளின் சீரானகதி 600 சமீ./செக் ஆயின் (i) இழையின் இழுலையை kg நிறையிலும் (ii) சிதையுடன் இழை ஆக்குங் கோணத்தையும் காண்க.

[விடை: (i) 16'1 கி. கிராம் நிறை (ii) 18° 05']

3. 4 கி. கிராம் திணிவுள்ள ஒரு பொருள், 120 சமீ. ஆரையுடைய நிலைக்குத்து வட்டத்தில் 600 சமீ/செக். மாறுக்கதியுடன் சுழற்றப்படுகின்றது. இழையில் அதிஉயர், அதிதாழ் இழுவைகளைக் கணிச்சு. ($g = 10$ மீ.செ⁻²) [விடை: 16, 8 கி. கிராம் நிறை]

4. 3000 கி. கிராம் திணிவுள்ள ஒரு புகையிரதப் பெட்டி 13 மீ/செக். வேகத்துடன் 230 மீந் ஆரையுடைய ஒரு வளைவில் இயங்குகின்றது. வெளித் தண்டவாளம் உட்தண்டவாளத்திலும் உயர்த்தப்படாவிடில் வெளித்தண்டவாளத்திலுள்ள பக்கப் பாட்டு உதைப்பை இழு. நிறையில் காண்க.

[விடை: 220 கி. கி. நிறை]

5. ஒரு மோட்டர் சைக்கிள் செல்லும் பாதையின் வளைவினது ஆரை 96 மீ. 45 மீ/செக் அதிஉயர் கதியில் செல்வதற்குத் தகுந்ததாக என்ன கோணத்தில் பாதையின் சாய்வு அமைக்கப்படல் வேண்டும்? [விடை: 65° 05']

6. ஒரு சிறு கோளம் ஒரு நிலையான புள்ளிக்கு 30 சமீ. நீளமான இழையினால் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது புறியீர்ப்புத் தாக்கத்தின் கீழ் அதிதாழ் புள்ளியிலுள்ள இழுவை அதிஉயர் புள்ளியிலுள்ள இழுவையின் மூன்று மடங்குடையதாக இருக்கத்தக்கவாறான கதியில் சுழற்றப்படுகின்றது. அதிஉயர் புள்ளியில் கோளத்தின் கதி என்ன? [விடை: 343 சமீ/செக்]

எளிய இசை இயக்கம்

($g = 32$ அடி/செக்² அல்லது 981 சமீ./செக்² எனக் கொள்க)

7. 15 கிராம் திணிவுள்ள பொருளொன்று ஒரு நிலையான புள்ளி பற்றி 8 சமீ. வீச்சுத்துடன் எளிய இசை இயக்கத்தை ஆக்குகின்றது. நிலையான புள்ளியிலிருந்து 4 சமீ. தூரத்தில் 10 கிராம் நிறைக்குச் சமனான வீசையினால் அப்புள்ளி நோக்கித் திணிவு கவரப்பட்டின் (a) நிலையான புள்ளிபற்றி அதன் அலைவுகாலத்தையும் (b) அதிஉயர் இயக்கச்சத்தியை எக்குகளிலும் காண்க. [விடை: (a) 0.49 செக். (b) 78500 ஏக்குகள்]

8. எளிய இசை இயக்கம் என்றால் என்ன?

ஒரு துணிக்கை ஒரு நேர்கோட்டின் வழியே எளிய இசை இயக்கத்தை ஆக்குகின்றது. பாதையின் மத்தியிலிருந்து 3 சமீ.

4 சமீ. தூரத்திலிருக்கும் புள்ளிகளாகக் கூடாகச் செல்லும் பொழுது அதன் வேகம் 16 சமீ./செக். 12 சமீ./செக். ஆகும். (a) வீச்சம் (b) இயக்கத்தின் அலைவுகாலம் ஆகியவற்றைக் காண்க. [விடை: (a) 5 சமீ (b) $\pi/2$ செக்.]

9. எளிய இசை இயக்கத்தை வரையறுக்க.

எளியஇசை இயக்கத்துடன் இயங்கும் பொருளின் வேகம் சராசரி நிலையிலிருந்து 90 சமீ. தூரத்திலும் 120 சமீ தூரத்திலும் 120 சமீ./செக், 90 சமீ./செக் ஆகும். சராசரி நிலையில் அதன் வேகம் என்ன? [விடை: 150 சமீ./செக்.]

10. ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தை ஆக்கும் பொருளொன்றினது வேகத்துக்கு ஒரு சமன்பாட்டை அலைவுகாலம், வீச்சம், சராசரிப் புள்ளியிலிருந்து தூரம் சார்பாகப் பெறுக.

ஒரு மணிக்கூட்டினது ஊசலின் நீளம் 130 சமீ. இதை ஓர் எளிய ஊசலெனக்கொண்டு, $g = 980$ சமீ./செக்² ஆக இருக்கும் இடத்தில் இவ்ஊசலின் அலைவுகாலத்தைக் காண்க. [விடை: 2.29 செக்.]

11. எளிய இசை இயக்கம் என்றால் என்ன? எளியஇசை இயக்கத்தின் அலைவுகாலத்துக்கு ஒரு கோவையைப் பெறுக.

50 கிராம் திணிவுள்ள ஒரு சிறு ஊசற்குண்டைக்கொண்ட ஓர் எளிய ஊசல் 5 சமீ. வீச்சத்துடனும் 2 செக்கன் அலைவுகாலத்துடனும் அலைகின்றது. ஊசற்குண்டின் வேகம் அதிகயர்வாக இருக்கும் கணத்தில் அதன் வேகத்தையும், அதைத் தாங்கும் இழையின் இழுவையையும் காண்க.

[விடை: 5π சமீ./செக்.; 50.13 கிராம் நிறை]

12. ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தில் இயங்கும் துணிக்கையொன்றின் வேகத்துக்கும், ஆர்முடுகலுக்கும் அலைவுகாலம் T சார்பாகவும் வீச்சம் a சார்பாகவும், அலைவின் மையத்திலிருந்து இடப் பெயர்ச்சி x சார்பாகவும் கோவைகளை எழுதுக.

2 செக்கன் அலைவுகாலத்துடனும் 5 சமீ. வீச்சத்துடனும் நிலைக்குத்தாக எளிய இசை இயக்கத்தில் இயங்கும் ஒரு கிடையாை பீடத்தில் 200 கிராம் திணிவுள்ள பொருளொன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. பொருளினால் பீடத்தில் உருற்றப்படும் அதிகயர் அதிதாழ் விசைகளையும் அத்துடன் பீடம் மையநிலைக்கூடாகச் செல்லும்பொழுது அதனில் உருற்றப்படும் விசையையும் காண்க. [விடை: 210, 190, 200 கிராம் நிறை]

அலகு 4

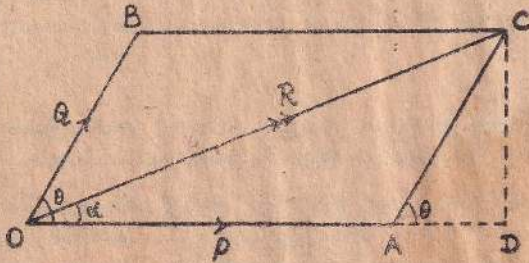
நிலையியல்

விசைகள், விசைகளின் சமநிலை

விசைகளின் சமநிலையுடன் சம்பந்தப்பட்ட இயலே நிலையியல். ஒரு பொருள் சமநிலையில் இருப்பின் அதனில் செயற்படும் விளையுள் விசை பூச்சியமாகும். விசை ஒரு காவியாகும். ஆகவே அதனைப் பருமனிலும் திசையிலும் ஒரு நேர்கோட்டினால் குறிக்கலாம்.

விசை இணைகரம்

ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும் இரு விசைகள் பருமனிலும் திசையிலும் ஒர் இணைகரத்தின் இரு அண்டைப் பக்கங்களால் குறிக்கப்படின் அப் புள்ளிக்கூடாகச் செல்லும் அவ்விணைகரத்தின் மூலவிட்டம் அவ்விரண்டு விசைகளின் விளையுளைப் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கும்.



படம் 32

அதாவது O-வின் தொழிற்படும் P, Q என்னும் இரு விசைகள் இணைகரத்தின் பக்கங்கள் OA, OB இனால் குறிக்கப்படுவதால் விளையுள் R பருமனிலும் திசையிலும் OC இனால் குறிக்கப்படும்.

விளையுளைக் காணல்

$$\begin{aligned}
 OC^2 &= OD^2 + DC^2 \\
 &= (OA + AD)^2 + DC^2 \\
 &= OA^2 + AD^2 + 2OA \cdot AD + DC^2 \\
 &= OA^2 + 2OA \cdot AD + AD^2 + DC^2 \\
 &= OA^2 + 2OA \cdot AD + AC^2
 \end{aligned}$$

AC = OB ; AD = AC கோசை θ = OB கோசை θ

$$\therefore OC^2 = OA^2 + 2OA \cdot OB \text{ கோசை } \theta + OB^2$$

$$\therefore R^2 = P^2 + 2P \cdot Q \text{ கோசை } \theta + Q^2$$

$$= P^2 + Q^2 + 2P \cdot Q \text{ கோசை } \theta$$

$$\therefore R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2P \cdot Q \text{ கோசை } \theta}$$

$$\text{மேலும் தான் } \alpha = \frac{Q \text{ சைன் } \theta}{P + Q \text{ கோசை } \theta}$$

(a) P, Q ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாயின்

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2P \cdot Q \text{ கோசை } 90^\circ}$$

$$= \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (\because \text{கோசை } 90^\circ = 0)$$

(b) P, Q சமனாயின்

$$R = \sqrt{P^2 + P^2 + 2P^2 \text{ கோசை } \theta}$$

$$= P \sqrt{2(1 + \text{கோசை } \theta)}$$

$$= P \sqrt{2(1 + 2 \text{ கோசை }^2 \frac{\theta}{2} - 1)}$$

$$= P \sqrt{4 \text{ கோசை }^2 \frac{\theta}{2}}$$

$$= 2P \text{ கோசை } \frac{\theta}{2}$$

விசை முக்கோணி.

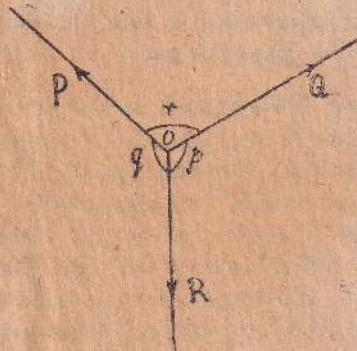
ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும் மூன்று விசைகள் பருமனிலும் திசையிலும் ஒரு முக்கோணியின் ஒழுங்காக எடுக்கப்பட்ட பக்கங்களால் குறிக்கப்படின், அவ்விசைகள் சமநிலையில் இருக்கும்.

மறுதலை:

ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும் மூன்று விசைகள் சமநிலையில் இருப்பின் அவை ஒரு முக்கோணியின் ஒழுங்காக எடுக்கப்பட்ட பக்கங்களால் குறிக்கப்படும்.

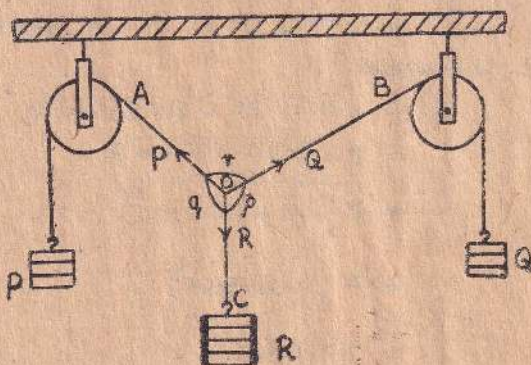
லாமியின் தேற்றம்

ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும் மூன்று விசைகள் சமநிலையில் இருப்பின் ஒவ்வொரு விசையும் மற்ற இரு விசைகளுக்கிடையேயான கோணத்தின் சைனுக்கு விகித சமமாகும்.



$$\text{அதாவது} \quad \frac{P}{\text{சைன் } p} = \frac{Q}{\text{சைன் } q} = \frac{R}{\text{சைன் } r}$$

விசை இணைகரம், விசை முக்கோணி, லாமியின் தேற்றம் ஆகியவற்றை
எளப்பியும் பார்த்தல்



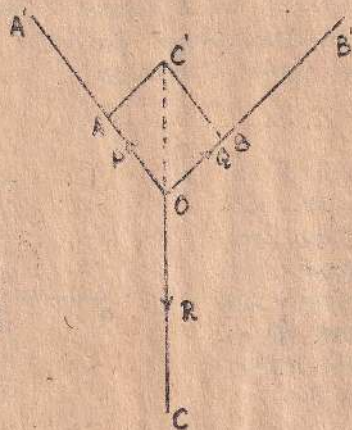
படம் 34

இரு இணைகரம் ஒப்பமான கப்பிகளை ஒரு கிடையான சட்டத்
தில் தொங்கவிடுக. AOB என்னும் நூலை இக்கப்பிகளில் மீது
செல்லவிட்டு அவற்றின் முனைகளில் P, Q என்னும் நிறைகளைத்
தொங்கவிடுக. OC என்னும் மற்ற நூலை O என்னும் இடத்தில்
முடிக்க. OC இன் முனையில், P, Q வை சமநிலையில் வைத்திருக்கத்
தக்கதாக R என்னும் நிறையைச் சரிசெய்க. இப்பொழுது P, Q, R
என்னும் விசைகள் OA, OB, OC என்னும் திசைகளில் செயற்பட்டு
சமநிலையில் இருக்கின்றன.

(a) விசை இணைகரத்தை வாய்ப்பும் பார்த்தல்

படம் 35 (a) இல் காட்டப்பட்ட P, Q, R என்னும் விசைகளை
இழைகளுக்குப் பின்னால் வைக்கப்படும் வரைதாளில் குறிக்க. அதா
வது வரைதாளில் அவ்விழைகளின் புறஉருக்களைக் கீறிக். பின்பு
OA' இல் P க்குரிய திறை, ஓர் அளவுத்திட்டத்தின்படி OA இல்
குறிக்க. அதேபோன்று OB' இல் OB ஐக் குறிக்க. பின்பு OAC'B
என்னும் இணைகரத்தைப் பூர்த்திசெய்க. மூலைவிட்டம் OC' ஐ
இணைக்க. OC' ஐ அளந்து அவ்வளவைக்குரிய நிறையை அளவுத்
திட்டத்தின்படி கணிக்க. OC' இல் செயற்படும் விசை R இற்குச்
சமனாக இருக்கக் காணப்படும். அத்துடன் COC' இன் கோணத்தை
யும் அளக்க. அது 180° ஆக இருக்கவும் காணப்படுகின்றது. இது

விசை இணைகரத்தை வாய்ப்புப் பார்க்கின்றது. இவ்வாறு இன்னும் இரு முறைகளை பரிசோதனையைச் செய்து வாய்ப்புப் பார்த்தலை உறுதிப்படுத்துக.



(a)

படம் 35



(b)

(b) விசை முக்கோணியை வாய்ப்புப்பார்த்தல்

முன் உபயோகித்த வரைதாளிலேயே OA' க்குச் சமாந்தரமாகவும் அளவுத்திட்ட மொன்றுக் கிணங்கவும் XY யைக் கீறிக. பின்பு Y இலிருந்து YZ ஐ OB' இற்குச் சமாந்தரமாகவும் அளவுத்திட்டத்துக் கிணங்கவும் கீறிக. Z இலிருந்து ZX ஐயும் மேற்கூறியவாறு கீறிக. இது முற்றான முக்கோணியை ஆக்குவதையும் P, Q, R என்னும் விசைகள் XY, YZ, ZX என்னும் பக்கங்களாலும் குறிக்கப்படுவதையும் அவதானிக்க. இது விசை முக்கோணியை வாய்ப்புப் பார்க்கின்றது. இவ்வாறு மேலும் பரிசோதனைகளைச் செய்து உறுதிப்படுத்துக.

(c) லாமியின் தேற்றம்

முதல் உபயோகித்த வரைதாளிலேயே கோணங்கள் $A'OB', B'OC, COA'$ ஆகியவற்றை பாகைமானியால் அளக்க. அக் கோணங்களின் சைன்களையும் காண்க. பின்பு

$$\frac{P}{\text{சைன் } B'OC} = \frac{Q}{\text{சைன் } A'OC} = \frac{R}{\text{சைன் } A'OB'}$$

எனக் காணப்படுகின்றது.

இது லாமியின் தேற்றத்தை வாய்ப்புப்பார்க்கின்றது. இவ்வாறு மேலும் பரிசோதனைகளைச் செய்து உறுதிப்படுத்துக.

விசையின் திருப்புதிறன்

ஒரு புள்ளிபற்றி விசையொன்றின் திரும்பல் விளைவு அப்புள்ளி பற்றி விசையின் திருப்புதிறன் எனப்படும். P என்னும் விசையின் திருப்புதிறன் O என்னும் புள்ளிபற்றி எப்பொழுதும் P இனதம் புள்ளி O விவிரந்து P இன் தாக்கக்கோட்டுக்குக் கீறப்படும் செங்குத்தினது தூரத்தினதும் பெருக்கத்தால் பெறப்படும்.

அதாவது.

திருப்புதிறன் = $P \times OA$ (படம் 36)
இதன் அலகு ச. கி. செ. இல் தைன். சமீ. ஆலும் அ. இ. செ. இல் இரு. நிறை அடியிலும் மீ. கி. செ. இல் நியூற்றன். மீற்றர் இனலும் தரப்படும். பொதுவாக ஒரு புள்ளிபற்றி விசையின் திருப்புதிறன் இடஞ்சுழியாயின் + நேர் எனவும் வலஞ்சுழியாயின் - எதிர் எனவும் கொள்ளப்படும்.



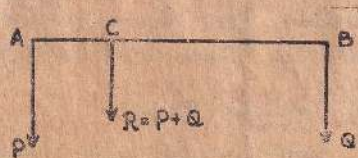
படம் 36

சமாந்தர விசைகள்

ஒரு பொருளில் செயற்படும் விசைகளின் திசைகள் சமாந்தரமாக இருப்பின் அவை சமாந்தர விசைகள் எனப்படும். ஏதாவது இரு விசைகளின் திசைகள் ஒத்தனவாயின் அவை நிகர்த்த விசைகள் எனப்படும். திசைகள் ஒவ்வாதனவாயின் அவை நிகரா விசைகள் எனப்படும்.

(a) நிகர்த்த விசைகளின் விளையுள்

ஒரு பொருளில் செயற்படும் இரு ஒத்த விசைகள் P, Q க்களை கருத்திற் கொள்க. இவை A இலும் B இலும் தொழிற்படின் விளையுள்விசை R ஆனது A, B ஐ இணைக்கும் கோட்டில் C என்னும் புள்ளியில் தொழிற்படும்.



படம் 37

அதன் (i) பருமன் $R = P + Q$ (ii) திசை ஏதாவதொரு விசையின் திசையாகும் (iii) தொழிற்படும் புள்ளி C அதுபற்றி திருப்புதிறன் P, Q, R என்னும் விசைகளுக்கு எடுக்கப்படும்பொழுது துணியப்படும்.

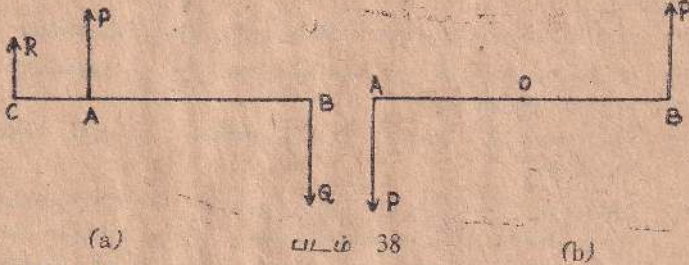
அதாவது $P \cdot AC = Q \cdot BC$

$$\frac{AC}{BC} = \frac{Q}{P}$$

(b) நிகரா விசைகளின் விளையுள்

P, Q என்னும் விசைகள் ஒரு பொருளில் A, B இல் சமாந்தரமாகவும் ஒவ்வாத திசையிலும் தொழிற்படிள் விளையுள் R ஆனது C இல் தொழிற்படும். அதன் (i) பருமன் $R=P-Q$ (ii) திசை பெரிய விசையின் திசையினாலும் (iii) விளையுள் தொழிற்படும் புள்ளி C ; $P \cdot AC = Q \cdot BC$

அதாவது $\frac{AC}{BC} = \frac{Q}{P}$ இனால் தரப்படும், (படம் 38 (a))



விசைகளின் இணை

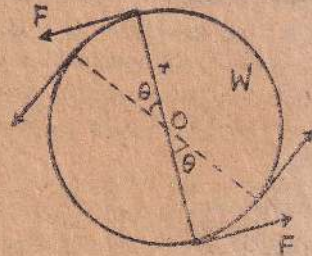
ஒரு விறைப்பான பொருளில் தொழிற்படும் இரு சமமான நிகராச் சமாந்தர விசைகள் வித்தியாசமான தாக்கக் கோடுகளில் தொழிற்படும் பொழுது ஓர் இணை உண்டாக்கப்படும்.

$$\begin{aligned} \text{O பற்றி இணையின் திருப்புதிறன்} &= P \times AO + P \times BO \\ &= P (AO + BO) \\ &= P \times AB \end{aligned}$$

எனவே இணையின் திருப்புதிறன் இரு விசைகளுக்கு மிடையே யுள்ள செங்குத்துத் தூரத்தினதும் ஏதாவதொரு விசையினதும் பெருக்கத்தால் பெறப்படும். படம் 38 (b).

இணையினால் செய்யப்படும் வேலை

F என்னும் இரு சமமான எதிரான விசைகள் W என்னும் ஒரு சில்லிற்கு தொடவியாகத் தொழிற்படும்பொழுது θ என்னும் கோணத்துக் கூடாகச் சில்லைச் சுழலச் செய்வின் செய்யப்படும் வேலை வருமாறு கணிக்கப்படும்.



$$\begin{aligned} \text{ஒவ்வொரு விசையினாலும் செய்யப்படும் வேலை} &= F \times \text{தூரம்} \\ &= F \times r\theta \end{aligned}$$

படம் 39

இணையால் செய்யப்படும் மொத்தவேலை

$$= Fr\theta + Fr\theta = 2F.r.\theta$$

ஆனால் இணையின் திருப்புதிறன் = $F \times 2r$

இணையால் செய்யப்படும் வேலை = இணையின் திருப்புதிறன் $\times \theta$

மூவிசைகளின் சமநிலை நிபந்தனைகள்

சமாந்தரமில்லா மூவிசைகள் பொருளொன்றைச் சமநிலையில் வைத்திருப்பதற்கு வேண்டிய போதுமான நிபந்தனைகள் பின்வருவனவாகும்.

- (i) மூவிசைகளும் ஒரு தளத்தில் தொழிற்படவேண்டும்.
- (ii) மூவிசைகளினதும் தாக்கக்கோடுகள் ஒரு புள்ளியில் சந்தித்தல் வேண்டும்.
- (iii) மூவிசைகளும் விசை முக்கோணியை பூர்த்தி செய்தல் வேண்டும்.
- (iv) விசைகள் தொழிற்படும் தளத்துக்குச் செங்குத்தாகவுள்ள எந்த அச்சபற்றியும் விசைகளினது திருப்புதிறன்களினது அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை பூச்சியமாகத் வேண்டும்.

ஒரு தளப் பல்விசைகளின் சமநிலை

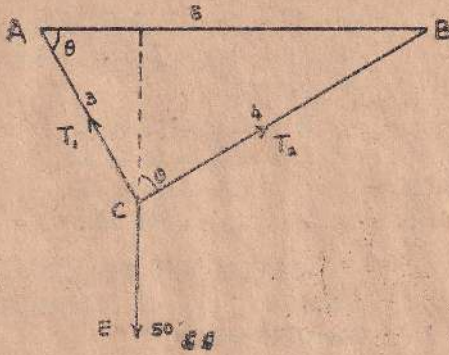
- (i) ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகவுள்ள இரு திசைகளில் எல்லா விசைகளினதும் பிரித்த கூறுகளின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை முறையே பூச்சியமாகும்.
- (ii) எந்தப் புள்ளியிலாயினும் விசைகளினது திருப்புதிறன்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை பூச்சியமாகும்.
- (iii) எல்லா விசைகளும் விசை பக்கோணியைப் பூர்த்தி செய்தல் வேண்டும்.

சமாந்தர விசைகளின் சமநிலை நிபந்தனைகள்

- (i) ஒரு திசையில் தொழிற்படும் விசைகளின் கூட்டுத்தொகை = எதிர்த்திசையில் தொழிற்படும் விசைகளின் கூட்டுத்தொகை
- (ii) எப்பள்ளி பற்றியும் விசைகளினது திருப்புதிறன்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை பூச்சியமாகும்.

உதாரணங்கள்

(1) 50 கி. கிராம் திணிவுள்ள ஒரு பொருளானது ஒரே மட்டத் திவிருந்து இருபுள்ளிகளில் பொருத்தப்பட்ட 30 சமீ., 40 சமீ. நீளங்களுள்ள இரு இழைகளில் பொருத்தப்பட்டது. இரு புள்ளிகளுக்குமிடையேயுள்ள தூரம் 50 சமீ. இழைகளின் இழுவுகளைக் காண்க.



ΔABC , C இல் ஒரு செங்கோணத்தைக் கொண்டுள்ளது.

$$\begin{aligned} \therefore \angle ACB &= 90^\circ; \\ \angle ACE &= 90 + \theta \\ \angle BCE &= 180 - \theta \end{aligned}$$

படம் 40

லாமியின் தேற்றப்படி

$$\frac{T_1}{\text{சைன் } (180 - \theta)} = \frac{T_2}{\text{சைன் } (90 + \theta)} = \frac{50}{\text{சைன் } 90}$$

$$\frac{T_1}{\text{சைன் } \theta} = 50; \quad T_2 = 50 \text{ கோசை } \theta$$

$$T_1 = 50 \text{ சைன் } \theta; \quad T_2 = 50 \times \frac{3}{4}$$

$$T_1 = 50 \times \frac{4}{5}; \quad = 30 \text{ கி. கிராம்}$$

$$= 40 \text{ கி. கிராம்.}$$

எனவே AC, BC இலுள்ள இழைகளின் இழுவைகள் 40 கி. கி. 30 கி. கிராம் ஆகும்.

(2) 9 கி. கி.; 12 கி. கி. நிறையுடைய நிகர்த்த விசைகள் 42 சமீ. க்கப்பால் இருக்கும் A, B என்னும் புள்ளிகளில் தொழிற்படுகின்றன. விளையுளின் பருமனையும் AB ஐ வெட்டும் புள்ளியையும் காண்க. இவ் விசைகள் நிகரா விசைகளாயின் விளையுளின் பருமனையும் நீட்டப்பட்ட AB ஐ வெட்டும் புள்ளியையும் காண்க.



படம் 41

விளையுள் Aயிலிருந்து 24 சமீ. தூரத்தில் செயற்படும்.

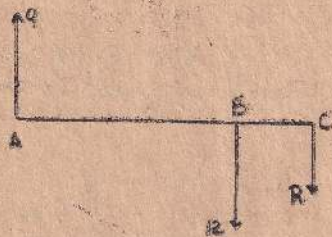
$R = 9 + 12 = 21$ கி.கி. நிறை A பற்றி திருப்புகிறன் எடுக்க.

அப்பொழுது

$$R \cdot CA = 12 \times 42$$

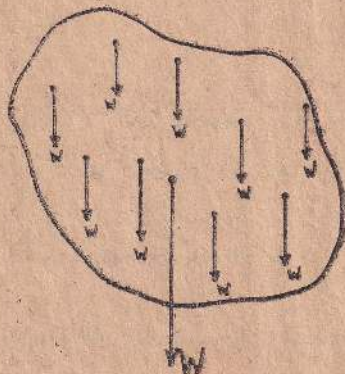
$$21 \times CA = 12 \times 42$$

$$CA = 24 \text{ சமீ.}$$



படம் 42

புனியீர்ப்புமையம்



படம் 43

$R = 12 - 9 = 3$ கி.கி. நிறை
A பற்றி திருப்புதிறன் எடுக்க
ஆப்பொழுது

$$R \times CA = 12 \times 42$$

$$3 \times CA = 12 \times 42$$

$$CA = 4 \times 42 \\ = 168 \text{ சமீ.}$$

வினையுள் A யிலிருந்து B க்கு
வெளியே 168 சமீ. தூரத்தின்
தொழிற்படும்.

ஒரு பொருளின் ஓய்வொரு
துணிக்கையும் புவியின் ஈர்ப்பி
னால் புவியினது மையத்தை
நோக்கி கவரப்படுகின்றது. சம
திணிவுடைய இத் துணிக்கை
களின் கவர்ச்சி விசைகள் சமமும்
சமாந்தரமாகவும் உள்ளன.
அத்தடன் அவை நிகர்த்த விசை
களுமாகும். இந் நிகர்த்த சமாந்
தர விசைகளின் வினையுள் விசை
பொருளில் ஒரு புள்ளியில்
தொழிற்படும். இப்புள்ளி அப்
பொருளின் புனியீர்ப்புமையம்
எனப்படும். அதாவது பொரு
ளின் நிறை தொழிற்படும் புள்ளி
யாகும்.

சில பொருள்களின் புனியீர்ப்பு மையங்கள்
பொருள்

நிலை

1. மெல்லிய சீரானவளை அல்லது

சட்டம் நடுப்புள்ளி

2. சதுர, செவ்வக அடர்

மூலைவிட்டங்கள் வெட்டும் புள்ளி
மையம்

3. வட்ட வளையம்

மையம்

4. கோளம்

இடையங்கள் வெட்டும் புள்ளி

5. முக்கோண அடர்

அடித்தளத்தின் மையத்தையும்

6. கூம்பு

உச்சியையும் இணைக்கும் கோட்
டில் ஒரு புள்ளி. அதன் தூரம்
அடித்தளத்திலிருந்து உயரத்தின்
கால்வாசியாகும்.

உதாரணங்கள்

1. $2\sqrt{2}$ சமீ. பக்கமுடையதும் சீரான தடிப்புடையதுமான அடரொன்று 4 சமீ. சிறு சதுரங்களாக புவியீர்ப்புமையத்துக்கூடாகவும் பக்கங்களுக்குச் சமாந்தரமாகவும் செல்லும் இரு கோடுகளால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு சிறு சதுரம் நீக்கப்பட்ட மிகுதியின் புவியீர்ப்புமையத்தின் நிலை எங்கு காணப்படும்?

பெரிய சதுரத்தின் நிறையை W என்க.

$$\text{சிறிய ஒரு சதுரத்தின் நிறை} = \frac{W}{4}$$

$$\text{மீதியின் நிறை} = \frac{3W}{4}$$

G மீதியின் புவியீர்ப்புமையம்.

இதன் தூரம் $OG = x$ சமீ.

$$\begin{aligned} \text{முனைவிட்டம்} &= \frac{\sqrt{2\sqrt{2}^2 + 2\sqrt{2}^2}}{4} \\ &= \frac{\sqrt{16}}{4} = 1 \text{ சமீ.} \end{aligned}$$

$$OA = 1 \text{ சமீ.}$$

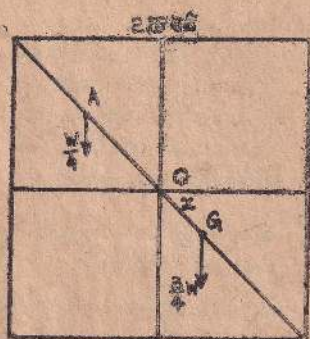
O பற்றித் திருப்புதிறன் எடுக்க.

$$\frac{W}{4} \times 1 = \frac{3}{4} W \times x$$

$$x = \frac{1}{3} \text{ சமீ.}$$

\therefore மீதியின் புவியீர்ப்புமையம்

O விலிருந்து $\frac{1}{3}$ சமீ. ஆகும்.



படம் 44

(2) 14 சமீ. ஆரையுடைய வட்டத்தட்டிலிருந்து 7 சமீ. ஆரையுடைய வட்டத்தட்டு படம் 45 இல் காட்டியவாறு வெட்டப்பட்டது. மிகுதியின் புவியீர்ப்புமையத்தின் நிலையைக் காண்க.

A ஐ முழுத்தட்டின் புவியீர்ப்புமையம் என்க. B ஐ நீக்கப்பட்ட தட்டின் புவியீர்ப்புமையம் என்க. C ஐ மிகுதித் தட்டின் புவியீர்ப்புமையம் என்க.

முழுத் தட்டினது நிறை

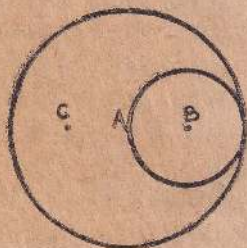
$$= \pi \times 14^2 \times d = 616d$$

நீக்கப்பட்ட தட்டின் நிறை

$$= \pi \times 7^2 \times d = 154d$$

மிகுதித் தட்டின் நிறை

$$= 616d - 154d = 462d$$



படம் 45

(இங்கு d ஆனது ஒரு ச.சீ. தட்டின் நிறையாகும்.)
 AC ஐ x என்க. $AB = \frac{7}{2}$ சமீ.

A பற்றித் திருப்புதிறன் எடுக்க

$$154d \times AB = 462d \times AC$$

$$154 \times \frac{7}{2} = 462 \times x$$

$$x = \frac{154 \times 7}{462 \times 2} = \frac{72}{66}$$

$$= 1\frac{1}{11} \text{ சமீ.}$$

∴ தட்டின் மையத்திலிருந்து $1\frac{1}{11}$ சமீ. தூரத்தில் மிடுதித் தட்டின் புனியீர்ப்புமையம் உளது.

வினாக்கள்

1. விசை இணைகரத்தைக் கூறுக.

இரு விசைகள் ஒன்றுக்கொன்று 120° இல் செயற்படுகின்றன. இவற்றின் விளையுள் சிறிய விசைக்குச் செங்குத்தாக உளது. பெரிய விசை 20 கி. கிராம் நிறையாயின், சிறிய விசையையும் விளையுளையும் காண்க [விடை: 10 கி.கி., $10\sqrt{3}$ கி.கி.]

2. விசை இணைகரத்தைக் கூறி அதனை வாய்ப்புப் பார்க்கும் முறையையும் விவரிக்க.

ஒரு படத்தின் நிறை 25 கி. கி. இது ஓர் ஒப்பமான ஆணியின் மீது செல்லும் இழையொன்றினால் தொங்கவிடப்படுகின்றது. இழையின் நீளம் 40 சமீ. ஆகும். இழையின் இரு நுனிசனும் படத்தின் மேற்சட்டத்தில் 30 சமீ இடைத் தூரத்திலிருக்கும் இரு புள்ளிகளில் கட்டப்பட்டுள்ளன. இழையின் இழுவையை வரைபு முறையாகவோ, அல்லது கணிப்பினாலோ காண்க.

[விடை: 18.9 கி.கி. நிறை]

3. விறைப்பான வளையொன்றிலிருந்து ஓர் இழையில் 500 கி. கிராம் நிறை தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இழையானது A என்னும் புள்ளியில் F என்னும் கிடை விசை யொன்றினால் ஒரு பக்கத்துக்கு இழுக்கப்படுகின்றது. (a) A க்கு மேலுள்ள இழையானது கிடையுடன் 60° ஐ ஆக்குவதற்கான F இன் பருமனையும் (b) 1500 கி. கிராம் இழுவையில் இழை அறுகின்றதாயின் F இனது அதிஉயர் பருமனையும் காண்க.

[விடை: (a) $\frac{500}{\sqrt{3}}$ கி. கி. (b) 1414 கி. கி.]

4. தளவிசைகளின் சமநிலைக்கான நிபந்தனைகளைக் கூறுக.

36 சமீ. நீளமுள்ள கோலின் நிறை அதன் ஒரு அந்தத்திலிருந்து 15 சமீ. தூரத்தில் அதனைத் தாக்குகின்றது. கோலின் நிறை

20 கி. கிராம் கோலின் முனைகள் இரு தாங்கிகளில் கிடக்கின்ற மனவாயின் தாங்கிகளின் மறுதாக்கங்களைக் கணிக்க.

[விடை: 8 $\frac{1}{2}$ கி.கி., 11 $\frac{1}{2}$ கி.கி.]

5. மூவிசைகளின் சமநிலைக்கான நிபந்தனைகளைக் கூறுக.
ஒரு மட்டத்தில் இருக்கும் இரு புள்ளிகளில் இழையொன்றுனது இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இழையில் சுயாதீனமாக வழக்கிச் செல்லத்தக்கதாக W கி. கிராம் நிறையுள்ள ஒப்பமான வளையமொன்று P கி. கி. கிடை விசையினால் இழுக்கப்படுகின்றது. தொகுதியின் சமநிலையில் இழையின் பகுதிகள் நிலைக்குத்துடன் 60°, 30° கோணங்களை ஆக்குகின்றன. P இன் பருமனையும் இழையிலுள்ள இழுவைகளையும் காண்க.

[விடை: W (2 - $\sqrt{3}$) கி. கி., W ($\sqrt{3} - 1$) கி.கி.]

6. 50 சமீ. நீளமுள்ள ஒரு சீரான கோல் அதன் இரு முனைகளிலும் இரு இழைகளால் கட்டப்பட்டு இவற்றின் மூலம் ஒரு முனையிலிருந்து தொங்கவிடப்படுகின்றது. இழைகளின் நீளங்கள் முறையே 30 சமீ. யும், 40 சமீ. யுமாகும். வரைபினாலோ அல்லது கணிப்பினாலோ கோல் கிடையுடன் ஆக்குங் கோணத்தைக் காண்க.

[விடை: அண்ணளவாக 12°]

7. ஒப்பமான தரையின்மீது நிற்கும் 50 கி.கி. நிறையுடைய சீரான ஏணியானது ஒப்பமான சுவரின்மீது சாய்ந்திருக்கின்றது. ஏணியின் அடியில் ஓர் இழை கட்டப்பட்டு கிடையாகச் சுவரின் கிட்டிய புள்ளிக்குத் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அப்பொழுது ஏணி நிலைக்குத்துடன் ஆக்கும் கோணம் 45° ஆயின் இழையின் இழுவை 25 கி. கி. எனக் காட்டுக.

8. ஒரு விறைப்பான பொருளில் தொழிற்படும் ஒரு தள மூவிசைகள் அப்பொருளைச் சமநிலையில் வைத்திருப்பதற்கு அவை ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கும் அல்லது சமாந்தரமாக இருக்கும் எனக் காட்டுக.

ஒரு பாரமான சீரான கோளம் இரு ஒப்பமான தளங்களில் ஒய்வில் இருக்கின்றது. தளங்கள் கிடையுடன் 30° யும் 60° யும் ஆக்குகின்றன. ஒவ்வொரு தளத்தாலும் தாங்கப்படும் கோளத்தின் நிறையின் விகிதத்தைக் காண்க. [விடை: 1 : $\sqrt{3}$]

9. ஈர்ப்பு மையம் என்றால் என்ன? ஓர் ஒழுங்கற்ற தள அடரின் ஈர்ப்பு மையத்தை எவ்வாறு துணியலாம்?

8 சமீ. ஆரையுடைய சீரான வட்டத் தட்டொன்று 4 சமீ. ஆரையுடைய துளையொன்றைக் கொண்டுள்ளது. தட்டின்

சுர்ப்புமையம் துளையின் ஓரத்தில் உளது. தட்டினதும் துளையினதும் மையங்களுக்கிடையிலுள்ள தூரத்தைக் காண்க.

[விடை: 3 சமீ.]

10. 16 சமீ. பக்கமுடைய சதுரத் தட்டில் அடுத்துள்ள இரு பக்கங்களின் நடுப்புள்ளிகளை இணைக்கும் கோட்டின் வழியே ஒரு மூலை நீக்கப்படின தட்டின் எஞ்சிய பகுதியின் சுர்ப்பு மையத்தைக் காண்க.

[விடை: மையத்திலிருந்து $\frac{16\sqrt{2}}{27}$ சமீ.]

11. 78 சமீ. உயரமுள்ள ஒரு நாற்காலி ஒரு சதுர ஆசனத்தைக் கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு மூலையிலும் நிலைக்குத்தான சீரான கால் உண்டு. ஆசனம் 6 சமீ. தடிப்பும் 2 கி.கி. திணிவுமுடையது. கால்களின் மொத்தத் திணிவு 14 கி.கி. சுர்ப்புமையத்தின் உயரத்தைக் காண்க.

[விடை; தரையிலிருந்து 60 சமீ.]

12. ஒரு கடதாசித்தாள் 12 சமீ. நீளமும் 9 சமீ. அகலமும் உள்ள வடிவத்தையுடையது. குறுகிய பக்கங்களிலொன்று நீளமான பக்கமொன்றின் வழியே கிடக்கத்தக்கவாறு மடிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு மடிக்கப்பட்ட தாளினது புவிசீர்ப்பு மையத்தைக் காண்க. [விடை; குறுகிய பக்கத்திலிருந்து $4\frac{1}{2}$ சமீ. நீளப்பக்கத்திலிருந்து $3\frac{1}{2}$ சமீ.]

13. W என்னும் நிறையுடைய சீரான கோல் ACB ஆனது முனை A ஒரு நிலைக்குத்து ஒப்பமான சுவரில் தாங்கத்தக்கதாகவும் மறுமுனை B மேல்பக்கமாக இருக்கத்தக்கவாறு ஓர் இழையினால் C இலும் B இன் மட்டத்திலிருக்கும் D என்னும் சுவரிலிருக்கும் புள்ளியிலும் கட்டப்பட்டுள்ளது. CD சவருடன் 30° ஆக்கின் இழையிலுள்ள இழுவையையும் சுவரின் மறுதாக்கத்தையும் காண்க. அத்துடன் $AC = \frac{1}{3} AB$ எனக் காட்டுக.

[விடை: $\frac{2\sqrt{3}W}{3}$, $\frac{\sqrt{3}W}{3}$]

14. 36 சமீ. ஆரையுடைய ஒரு வட்டத்தட்டில் 6 சமீ. ஆரையுடைய இரு வட்டத் துவாரங்கள் அதன் மையங்கள் இரு செங்குத்து விட்டங்களில் இருக்குமாறு வெட்டப்பட்டன. இம் மையங்களின் தூரங்கள் தட்டின் மையத்திலிருந்து 18 சமீ. ஆகும். தட்டின் மீதிப்பகுதியின் புவிசீர்ப்பு மையத்தைக் காண்க.

[விடை: துவாரங்களை இணைக்கும் கோட்டின் இரு கூறுக்கி

விட்டத்தில் மையத்திலிருந்து $\frac{9\sqrt{2}}{17}$ சமீ.]

அலகு 5

பொறிகள்

ஒரு புள்ளியில் பிரயோகிக்கப்பட்ட விசையை இன்னொரு புள்ளியில் தொழிற்படும் விசையினது பருமனின் அல்லது திசையின் அல்லது இரண்டினதும் மாற்றத்தால் வெல்லும் ஓர் அமைப்பே பொறி ஆகும்.

பொறியொன்றின் மீது உஏற்றப்படும் விசை எத்தனம் எனப்படும். பொறியில் வெல்லப்படும் விசையானது நிறை அல்லது சுமை எனப்படும்.

பொறிமுறைநயம்

ஒரு பொறியில் சுமைக்கும் எத்தனத்துக்கும் உள்ள விகிதம் பொறிமுறைநயம் எனப்படும்.

$$\text{பொ. மு. ந.} = \frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}}$$

வேகவிகிதம்

எத்தனம் ஒரு செக்கனில் அசையுந் தூரத்துக்கும் (x) சுமை ஒரு செக்கனில் அசையுந் தூரத்துக்கும் (y) உள்ள விகிதம் வேக விகிதம் எனப்படும்.

$$\text{அதாவது வேகவிகிதம்} = \frac{x}{y}$$

உராய்வின் காரணத்தால் ஒரு பொறியிலிருந்து பெறப்படும் வேலை அல்லது சக்தி அதற்கு வழங்கப்படும் வேலை அல்லது சக்தியிலிருந்து குறைவாகவேயிருக்கும். எனவே ஒரு பொறியின் திறன் என்பது வருமாறு வரையறுக்கப்படும்:

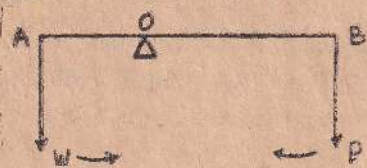
$$\begin{aligned} \text{திறன்} &= \frac{\text{பொறியிலிருந்து பெறப்படும் வேலை}}{\text{பொறிக்கு வழங்கப்படும் வேலை}} \\ &= \frac{\text{சுமையில் செய்யப்பட்ட வேலை, } W \times y}{\text{எத்தனத்தால் செய்யப்பட்ட வேலை, } P \times x} \\ &= \frac{W}{P} \times \frac{y}{x} = \frac{\text{பொறிமுறை நயம்}}{\text{வே. விகிதம்}} \end{aligned}$$

செய்முறையில் பொறிமுறை நயம் வேகவிகிதத்திலும் குறைவாகவேயிருக்கும். பொறி ஒரு நிறை பொறியாயின் அதாவது சக்தி இழப்பு நிகழாவிடில் இரு கணியங்களும் சமமாகும். ஆகவே திறன் 1 க்குச் சமமாகும்.

நெம்புகள்

சுழலிடம் என அழைக்கப்படும் ஒரு நிலையான புள்ளியற்றிச் சுயாதீனமாகத் திரும்பத்தக்க விறைப்பான ஒரு கோல் நெம்பு எனப்படும். இதனால் சுமை கோலின் ஒரு புள்ளியிலும் அதனை வெல்லுவதற்கு எத்தனம் இன்னொரு புள்ளியிலும் தொழிற்படும்.

முதலாம் வகுப்பு நெம்பு



படம் 46

இந்நெம்பின் சுழலிடம் Oக்கு இருபக்கங்களிலும் சுமையும் எத்தனமும் தொழிற்படும்.

இங்கு

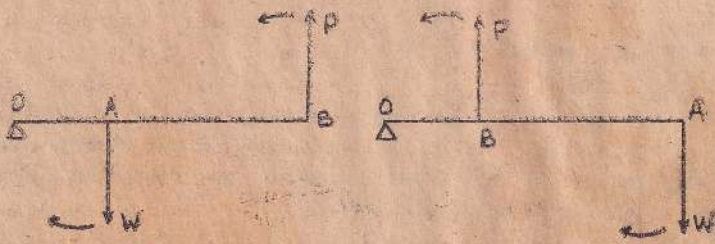
$$W \cdot OA = P \cdot OB$$

$$\frac{W}{P} = \frac{OB}{OA}$$

$$= \frac{\text{எத்தனப்புயல்}}{\text{சுமைப்புயல்}}$$

உதாரணங்கள்:- கத்தரிக்கோல், பொதுத்தராசு, பாரை.

இரண்டாம் வகுப்பு நெம்பு



(a)

படம் 47

(b)

இங்கு O என்னும் சுழலிடத்தின் ஒரே பக்கத்தில் சுமையும் எத்தனமும் தொழிற்படும். சுமை கிட்டவும் எத்தனம் எட்டவும் இருக்கும் படம் 47 (a).

இங்கு $W \cdot OA = P \times OB$

$$\frac{W}{P} = \frac{OB}{OA}$$

உதாரணங்கள்:- ஒற்றைச்சில்லு வண்டி, பாக்குவேட்டி.

மூன்றாம் வகுப்பு நெம்பு

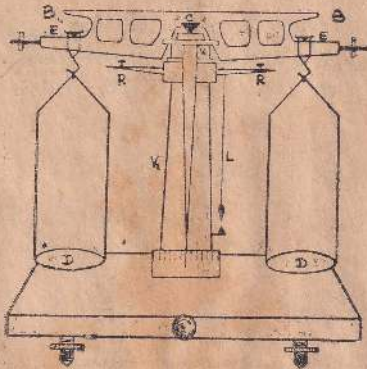
இங்கும் O என்னும் சுழலிடத்தின் ஒரே பக்கத்தில் சுமையும் எத்தனமும் தொழிற்படும். ஆனால் எத்தனம் O க்குக் கிட்டவும் சுமை எட்டவும் இருக்கும். படம் 47 (b)

இங்கு $W \cdot OA = P \cdot OB$

$$\frac{W}{P} = \frac{OB}{OA}$$

உதாரணங்கள்:- முழங்கை, சாவணம், தண்டல் இடுக்கி.

பொதுத்தராசு



படம் 48

தளம் H இல் ஓய்வில் இருக்கின்றது. V_2 என்பது அடித்தளப் பலகையில் தாங்கப்படுகின்றது. E, E என்பன C இலிருந்து சம தூரங்களில் உள். இவற்றின்மீது தொங்கும் இரு கொழுமிகளில் D, D என்னும் சமதிணிவுள்ள இரு அளவுத்தட்டுகள் சுயாதீனமாகத் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன. அடித்தளப் பலகையிலுள்ள மட்டமாக்கும் திருகுகளினதும் தூக்கு நூற்குண்டு L இனதும் உதவியுடன் V_1 ஆனது நிலைக்குத்தாகவும் C கிடையாகவும் இருக்கச் சரி செய்யப்படும். A என்னும் கைபிடியை இடமாகத் திருப்புவதன் மூலம் கப்பு V_1 ஆனது தாழ்த்தப்படும். அப்பொழுது C ஆனது தளம் H இலிருந்து உயர்த்தப்பட்டிருக்கும். அத்துடன் வளையானது R, R என்னும் திருகுகளில் ஓயும். அதே நேரத்தில் E, E என்னும் கத்தியோரங்களும் இறக்கப்படும். அப்பொழுது இவற்றில் தொங்கும் கொழுமிகள் இவற்றிலிருந்து உயர்த்தப்பட்டிருக்கும். அதனால் அளவுத்தட்டுக்கள் அடித்தளத்தில் ஓயும். இத்தகைய ஒழுங்கினால் கத்தியோரங்கள் தேயாவண்ணம் பேணப்படும். வளையின் நிலை அத

படம் 48 ஒரு பொதுத் தராசின் அமைப்பைக் காட்டுகின்றது. BB என்பது குறுகிய விறைப்பான வளையாகும். C, E, E என்பன மூன்று அகேற்றுக்கத்தியோரங்கள். இவை BB க்குச் செங்குத்தாகவும் அதன் தளத்திலும் இருக்கத்தக்கவாறு விறைப்பாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. C ஆனது, ஓர் உட்குழிவான கப்பு V_2 க்குள் அசையத்தக்கதாகவுள்ள V_1 என்னும் நிலைக்குத்துக் கப்பின் உச்சியிலுள்ள கிடையான அகேற்றுத்

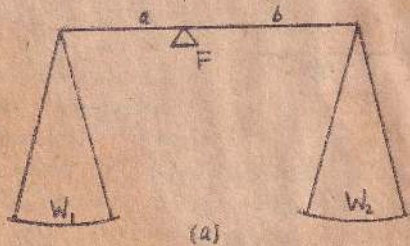
னில் பொருத்தப்பட்ட P என்னும் நீண்ட காட்டியொன்றினால் மட்டிடப்படும். இக் காட்டியின் நுனி ஆனது சப்பு v_2 இன் அடியில் பொருத்தப்பட்ட SS என்னும் அளவுத்திட்டதின்மீது அடையும். மேலும் தராசை உபயோகிக்கும்பொழுது வளியோட்டங்கள் பாதிக்காவாறு கண்ணாடியைப் பெட்டிக்குள் அது அடைக்கப்படும். முன்பக்கத்தில் இருக்கும் கண்ணாடிக் கதவு அகற்றத்தக்கதாகும். மேலும் வளையின் இரு முனைகளிலும் இருக்கும் சிறு திருகுகள் வளையைக் கிடையாக வைப்பதற்கு பயன்படுத்தப்படும்.

ஒரு செப்பமான தராசு (i) உண்மையானதாகவும் (ii) உணர் திறனுடையதாகவும் (iii) உறுதியானதாகவும் அமைதல் வேண்டும்.

(1) உண்மை:- ஒரு தராசின் வளையானது அதன் அளவுத் தட்டுக்கள் வெறுமையாக இருக்கும்பொழுதும் அல்லது சமமான சுமைகள் ஏற்றப்பட்டிருக்கும் பொழுது கிடையாக இருப்பின் தராசு உண்மையானதெனப்படும்.

(a) தட்டுகளில் நிறைகள் இல்லாதிருக்கும்பொழுது

தட்டுக்களின் நிறைகளை w_1 , w_2 என்க. சுழலிடத்திலிருந்து புயங்களின் தூரங்களை a , b என்க.



படம் 49 (a)

வளை கிடையாக இருக்கவேண்டின் தராசின் புலியீர்ப்புமையின் சுழலிடத்துக்கு நிலைக்குத்தாக கீழ் இருத்தல் வேண்டும். அத்துடன் இடஞ்சுழி திருப்புதிறன் = வலஞ்சுழி திருப்புதிறன் (படம் 49 (a))

$$w_1 \times a = w_2 \times b \quad \text{----- (1)}$$

(b) தட்டுக்களில் சம நிறைகள் w_3 ஏற்றப்படின் (படம் 49 (b))

$$\text{சமநிலையில் } (w_1 + w_3) a = (w_2 + w_3) b \quad \text{----- (ii)}$$

$$w_1 a + w_3 a = w_2 b + w_3 b$$

(1) இலிருந்து

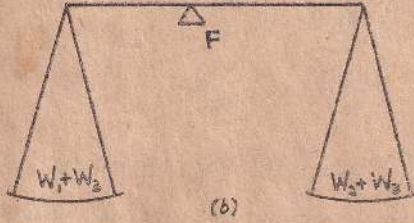
$$w_1 a = w_2 b$$

$$w_3 a = w_3 b$$

$$\therefore a = b$$

$$w_1 = w_2$$

மேலும்

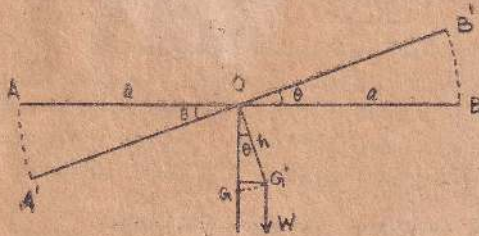


படம் 49 (b)

ஆகவே ஒரு தராக உண்மையாக இருப்பதற்கு வேண்டிய நிபந்தனைகள்

- (1) புயங்கள் சமநிலைகள் உடையனவாக இருத்தல் வேண்டும்
- (2) அளவுத் தட்டுக்கள் சமநிறைகையுடையனவாக இருத்தல் வேண்டும்.
- (3) வளையின் புவிசீர்ப்புமையம் சுழலிடத்துக்கு நிலைக்குத்தாக கீழ் இருத்தல் வேண்டும்.

(2) உணர்திறன்: அளவுத் தட்டுக்களில் இடப்படும் நிறைகளின் சிறிய வித்தியாசத்துக்கு வளையானது பெரிய கோணத்திற்கூடாகத் திரும்பின் தராக உணர்திறன் மிக்கதெனப்படும்.



படம் 50

தட்டுக்களின் நிறையை P என்க, புயங்களின் நிலைகளை a என்க, சுழலிடம் O விலிருந்து வளையின் புவிசீர்ப்புமையத்தின் தூரத்தை h என்க. வளையினது நிறையை W என்க. ஒரு சிறு

நிறை w இடப்பக்கத்துத் தட்டில் வைக்கப்பட்டின் வலையானது θ என்னும் கோணத்துக்கூடாகத் திரும்பும். எனவே சமநிலையில்,

$$(P + w) a \text{ கோசை } \theta = P \cdot a \text{ கோசை } \theta + W \cdot h \cdot \text{சைன் } \theta$$

$$\therefore w \cdot a \text{ கோசை } \theta = W \cdot h \text{ சைன் } \theta$$

$$\therefore \text{தான் } \theta = \frac{w \cdot a}{W \cdot h}$$

$$\frac{\text{தான் } \theta}{w} = \frac{a}{W \cdot h}$$

இங்கு $\frac{\text{தான் } \theta}{w}$ உணர்திறனின் பருமனைக் குறிப்பின் உணர்திறன் உயர்வாகவிருப்பதற்கு ஒரு குறித்த w இன் பெறுமானத்துக்கு θ வின் பெறுமானம் உயர்வாகவிருக்க வேண்டும். அதாவது தான் θ பெரிதாக இருக்கவேண்டும்.

இதற்கு (i) a பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும், (ii) W சிறிதாக இருத்தல் வேண்டும். (iii) h சிறிதாக இருத்தல் வேண்டும். ஆகவே உணர்திறனுக்கு வேண்டிய நிபந்தனைகள்,

(i) புயங்கள் பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும்.

(ii) வலி இலேசானதாக இருத்தல் வேண்டும்.

(iii) சுழலிடத்துக்கும் புலியீர்ப்பு மையத்துக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் சிறிதாக இருத்தல் வேண்டும்.

(3) உறுதி:- அளவுத் தட்டுக்களில் சமநிறைகள் வைக்கப்படும் பொழுது, தராக சமநிலையை விரைவில் அடையின் அது உறுதியானதென்பதும்.

இங்கு தராகின் வலையைக் கிடையாகக் கொண்டு வருவது $W h$ சைன் θ என்னும் திருப்புதிறனாகும். ஆகவே விரைவாகத் தொடக்க நிலைக்குக் கொண்டு வருதற்கு $W h$ சைன் θ என்னும் பெறுமானம் பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும். இதற்கு W பெரிதாக வேண்டும். h பெரிதாக வேண்டும். ஆகவே உறுதிக்கு வேண்டிய நிபந்தனைகள்

(i) வலி பாரமாக இருத்தல் வேண்டும்.

(ii) சுழலிடத்துக்கும் புலியீர்ப்பு மையத்துக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் h பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும்.

இவற்றிலிருந்து உணர்திறனுக்கு வேண்டிய நிபந்தனைகளை உறுதிக்கு வேண்டிய நிபந்தனைகளை முற்றாக எதிர்க்கின்றன. எனவே உணர்திறன் மிக்க தராக உறுதியான தராக ஆக மாட்டாது.

யொய்த் தராகால் பொருளொன்றை நிறுக்கும் முறை

தராக பொய் என்னும் பொழுது அதன் புயங்களின் நீளங்களும் தட்டுக்களின் நிறைகளும் சமனாக இருக்க மாட்டா.

தட்டுக்களின் நிறைகளை P_1, P_2 என்க. புயங்களின் நீளங்களை a, b என்க. தட்டுக்கள் வெறுமையாக இருக்கும்பொழுது வளைகிடையாக இருப்பின்

$$P_1 \times a = P_2 \times b \quad \text{--- -- -- -- (i)}$$

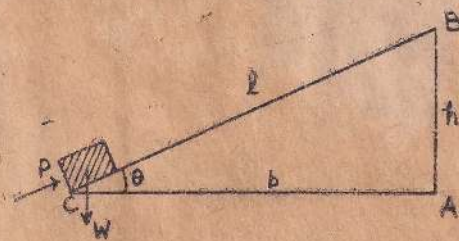
இனி பொருளை இடப்பக்கத்துத் தட்டில் வைக்க. வளையைக் கிடைக்குக் கொண்டுவர ஒரு நிறை w ஐ மற்றத் தட்டில் வைக்க. அப்பொழுது

$$\begin{aligned} (P_1 + W) a &= (P_2 + w) b \\ P_1 a + W.a &= P_2 b + w.b \\ \therefore W.a &= w.b \quad \text{--- -- -- -- (ii)} \end{aligned}$$

அடுத்து பொருளை வலப்பக்கத்துத் தட்டில் வைக்க. வளையைக் கிடைக்குக் கொண்டுவர ஒரு நிறை w_1 ஐ மற்றத் தட்டில் வைக்க. அப்பொழுது

$$\begin{aligned} (P_1 + w_1) a &= (P_2 + W) b \\ P_1 a + w_1 a &= P_2 b + W.b \\ w_1 a &= W.b \\ W.b &= w_1 a \quad \text{--- -- -- -- (iii)} \\ \text{(ii) } \times \text{ (iii)} \quad W^2.ab &= (w.w_1)ab \\ W &= \sqrt{w.w_1} \end{aligned}$$

சாய்தளம்



l என்னும் நீளமும் h என்னும் உயரமுமுள்ள BC என்னும் சாய்தளத்தைக் கருத்திற் கொள்க. இங்கு தளத்தின் சாய்வு கோணம் θ ஆகும்.

$$\text{சைன் } \theta = \frac{h}{l}$$

படம் 51

W என்னும் நிறையை h

என்னும் உயரத்துக்கூடாக உயர்த்த வேண்டுகிறதெனக் கொள்க.

தளத்துக்குச் சமாதரமாக P என்னும் எத்தனம் பிரயோகிக் கப்படின் சுமையானது C இலிருந்து B க்கு தளத்தின் வழியே நகரும்

அப்பொழுது அது h என்னும் தூரத்துக்கூடாக உயர்த்தப்படும். எத்தனம் P ஆனது l என்னும் நீளத்துக்கூடாக இயங்கும்.

$$\text{ஆகவே ஊட்டப்படும் வேலை} = P \times l$$

$$\text{ஆனால் பயன்படும் வேலை} = W \times h$$

$$\therefore \text{திறன்} = \frac{\text{பயன்படும் வேலை}}{\text{ஊட்டப்படும் வேலை}} = \frac{W}{P} \times \frac{h}{l}$$

திறன் η ஆயின்

$$\eta = \frac{W}{P} \times \text{சைன் } \theta$$

$$\therefore \frac{W}{P} = \eta \times \frac{1}{\text{சைன் } \theta} \quad \text{--- (i)}$$

திறன் 100% ஆயின்; $\eta = 1$

$$\therefore \frac{W}{P} = \frac{1}{\text{சைன் } \theta}$$

இங்கு $\frac{W}{P}$ ஆனது பொறிமுறை நயத்தையும், $\frac{1}{\text{சைன் } \theta}$ வேக விகிதத்தையும் குறிக்கின்றன.

எத்தனம் P ஆனது CA வழியே அதாவது அடித்தளத்துக்குச் சமாந்தரமாகப் பிரயோகிக்கப்படின்

$$\text{பயன்படும் வேலை} = W \times h$$

$$\text{ஊட்டப்படும் வேலை} = P \times b$$

$$\therefore \text{திறன் } (\eta) = \frac{W}{P} \times \frac{h}{b}$$

$$\frac{W}{P} = \eta \left(\frac{b}{h} \right) = \eta \cdot \frac{1}{\text{தான் } \theta}$$

திறன் 100% ஆயின் $\eta = 1$

$$\therefore \frac{W}{P} = \frac{1}{\text{தான் } \theta}$$

இங்கு $\frac{W}{P}$ பொறிமுறை நயத்தையும், $\frac{1}{\text{தான் } \theta}$ வேக விகிதத்தையும் குறிக்கும்.

உதாரணம்

100 கிலோகிராம் திணிவுள்ள ஒரு பொருள், 5 க்கு 3 என்னும் சாய்வுடைய ஒப்பமான தளத்தில் மேல்முகமாக இழுக்கப்படுகின்றது. நியூற்றனில் செயற்படும் அதிகுறை விசையை எத்தனம், (i) தளத்துக்குச் சமாந்தரமாக (ii) அடித்தளத்துக்குச் சமாந்தரமாக செயற்படும்பொழுது காண்க.

$$W = 1000 \times 9.8 = 9800 \text{ நியூற்றன்கள்}$$

$$\text{சைன் } \theta = \frac{3}{5}$$

$$\text{கோசை } \theta = \frac{4}{5}$$

$$\text{தான் } \theta = \frac{3}{4}$$

(i) தளத்துக்குச் சமாந்தரமாக

$$\frac{W}{P} = \frac{1}{\text{சைன் } \theta} ; \frac{9800}{P} = \frac{5}{3}$$

$$P = \frac{3 \times 9800}{5} = 5880 \text{ நியூற்றன்கள்}$$

(ii) அடித்தளத்துக்குச் சமாந்தரமாக

$$\frac{W}{P} = \frac{1}{\text{தான் } \theta} ; \frac{9800}{P} = \frac{4}{3}$$

$$P = \frac{3 \times 9800}{4} = 7350 \text{ நியூற்றன்கள்}$$

சாய்தளத்தின் பொறிமுறைநயத்தையும் வேகனிகிதத்தையும் துணிதல் சாய்தளம் ஒரு குறித்த கோணத்தில் கிடையுடன் சாய வைக்கப்படும். தளத்தின் உச்சியிலிருக்கும் ஒப்பமான கப்பிமீது ஓர் இலேசான இழையானது செலுத்தப்பட்டு அதன் ஒரு முனை சாய்தளத்தின்மீது உருளும் உருளையுடனும் மற்றமுனை ஒரு அளவுத் தட்டுடனும் தளத்துக்குச் சமாந்தரமாக இருக்க இணைக்கப்படும். சாய்தளத்தின் அடியில் உருளை இருக்க அளவுத்தட்டின்மீது நிறைகள் உருளை தட்டியதும் மேல்முகமாகத் தளத்தில் இயங்கத்தக்கவாறு வைக்கப்படும். இந் நிறையும் தட்டின் நிறையும் உட்பட P_1 ஆகட்டும். அடுத்து உருளை உச்சிக்கு வந்ததும் தட்டில் இட்ட நிறைகளை படிப்படியாக சீழ்முகமாக உருளை தளத்தின்மீது இயங்கும் வரை நீக்குக. அப்பொழுது நிறை P_2 ஆகட்டும். P_1 இனதும் P_2 இனதும் சராசரி அதாவது $\frac{P_1 + P_2}{2}$ ஆனது எந்தளம் P ஐத்தரும். உருளையின் நிறை W அளந்தறியப்படும். தளத்தின் நீளம் l உம் உச்சியின் உயரம் h உம் அளவிடப்படும். சாய்வு θ வும் அளக்கப்படும். இவ்வாறு பரிசோதனை வெவ்வேறு சாய்வு கோணங்களுக்குச்

செய்யப்பட்டு பெறுபேறுகள் அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டு ஒவ்வொரு சாய்வுக்குமுரிய பொறிமுறைநயம் துணியப்படும்.

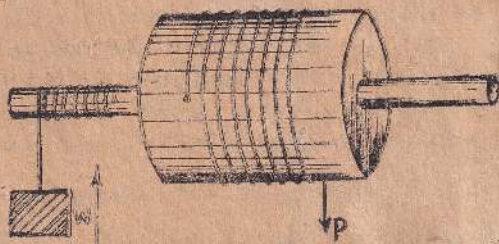
உருளையின் நிறை = W கிராம்

அளவுத்தட்டின் நிறை = — — கிராம்

எண்	சாய்வு θ	P_1	P_2	$P = \frac{P_1 + P_2}{2}$	l	h	பொ. மு. நயம்		
							$\frac{W}{P}$	$\frac{l}{h}$	சைன் θ
1.									
2.									
3.									
4.									

ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் சுடைசி மூன்று நிரல்களும் 3 ம மாக (அண்ணளவாக) இருக்கக் காணப்படும். இப்பெறுமானங்களை சாய்தளத்தின் வெவ்வேறு சாய்வுக் கோணங்களுக்குரிய பொறி முறை நயங்களைத்தரும். θ அதிகரிக்கும்பொழுது பொறிமுறைநயம் குன்றுவதைக் காணமுடிகின்றது. மேலும் வேகவிதிம $\frac{l}{\text{சைன் } \theta}$ என்றும் பெறுமானத்தினால் பெறப்படும்.

சில்லும் அச்சாணியும்



படம் 52

சில்லும் அச்சாணியும் R , r என்னும் ஆரைகையுடைய இரண்டு ஓரச்சு உருளைகளைக் கொண்டுள்ளது. பெரிய உருளை சில்லெனவும்

சிறிய உருளை அச்சாணியெனவும் பெயர்பெறும். (படம் 52) சில்லையும் அச்சாணியையுஞ் சுற்றி இழைகள் சுற்றப்பட்டுள்ளன. சில்லின் மீது சுற்றியுள்ள இழையின் ஒரு முனை கீழ்முகமாக இழுக்கப்படும் பொழுது சில்லும் அச்சாணியும் சுழலும். அப்பொழுது சுமை W மேல்முகமாக உயர்த்தப்படும். இதற்கொப்ப சில்லிலும் அச்சாணியிலும் இழைகள் சுற்றப்பட்ட திசைகள் அமையும். அதாவது சில்லிலுள்ள இழை கீழ்முகமாக இழுக்கப்படும்பொழுது அச்சாணியிலுள்ள இழை சுமையை மேல்முகமாக உயர்த்தும். சில்லு ஒரு சுழற்சியை ஆக்கியவுடன் அச்சாணியும் ஒரு சுழற்சியை ஆக்கிவிடும். அப்பொழுது சுமை = W ஆகவும், எத்தனம் = P ஆகவும் இருப்பின்,

$$\text{சுமை தகரும் தூரம்} = 2\pi r$$

$$\text{எத்தனம் தகரும் தூரம்} = 2\pi R$$

$$\therefore \text{ஊட்டப்படும் வேலை} = P \times 2\pi \times R$$

$$\text{பயன்படும் வேலை} = W \times 2\pi \times r$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{திறன் } (\eta) &= \frac{W \times 2\pi \times r}{P \times 2\pi \times R} \\ &= \frac{W}{P} \times \frac{r}{R} \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{W}{P} = (\eta) \frac{R}{r}$$

திறன் 100% ஆயின்,

$$\frac{W}{P} = \frac{R}{r}$$

ஆகவே $\frac{W}{P}$ பொறிமுறைநயத்தைத் தரும்.

$$\text{மேலும் வேகவிகிதம்} = \frac{\text{எத்தனம் அசைந்த தூரம்}}{\text{சுமை அசைந்த தூரம்}} = \frac{2\pi R}{2\pi r}$$

$$\therefore \frac{R}{r} \text{ வேகவிகிதத்தைத் தரும்.}$$

உதாரணம்:-

100 கிலோகிராம் நிறுக்கும் வானி நீரை சில்லும் அச்சாணியாலும் உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய எத்தனம் 20 கிலோகிராம் நிறையாகும். பொறிமுறைநயம், வேகவிகிதம், திறன் ஆகியவற்றைக் காண்க. சில்லினதும் அச்சாணியினதும் ஆரைகள் 12 சமீ. 2 சமீ. ஆகும்.

$$P = 20 \text{ கி.கி}; \quad W = 100 \text{ கி.கி.}$$

$$R = 12 \text{ சமீ}; \quad r = 2 \text{ சமீ.}$$

$$\text{பொறிமுறைநயம்} = \frac{W}{P} = \frac{100}{20} = 5$$

$$\text{வேகவிகிதம்} = \frac{R}{r} = \frac{12}{2} = 6$$

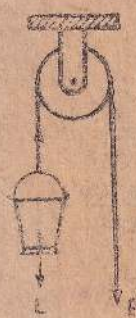
$$\text{திறன்} = \frac{\text{பொ. மு. ந.}}{\text{வேகவிகிதம்}} = \frac{5}{6}$$

$$= \frac{5}{6} \times 100 = 83.3\%$$

கப்பிகவர்

கப்பிகள் தவாளித்த ஓரங்கனையுடைய கில்லுகளைக் கொண்டுள்ளன. இவை மையங்களில் சுழலத்தக்கவாறு, கப்பிதாங்கி எனப்படும் சட்டப் படல்களில் தாங்கப்படும். : கப்பிகள் பல்வகைப்படும். அவையாவன (i) நிலையான தனிக்கப்பி (ii) இயங்கு தனிக்கப்பி (iii) முதலாம் கப்பித் தொகுதி (iv) இரண்டாம் கப்பித்தொகுதி (தாங்குகப்பியும் கூறும்) (v) மூன்றாம் கப்பித் தொகுதி.

நிலையான கப்பித் தொகுதி



படம் 53

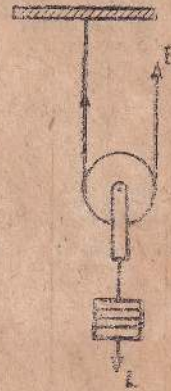
இக் கப்பித் தொகுதி கிணற்றில் நீர் இறைப்பதற்கும், கம்பங்களில் கொடிகளை உயர்த்துவதற்கும் பெரும்பாலும் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன. கப்பி ஒப்பமானதாயும் இழை இலேசானதாயும் நீளமுடியாததாயும் இருப்பின் எத்தனம் சுமைக்குச் சமனாகும். ஆகவே அறிமுறைப் பொறிமுறை

நயம் = $\frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}}$ என்பதற்கிணங்க 1 க்குச் சமனாகும். ஆனால் செய்யுறையில் உராய்வு போன்ற தடைகள் தொழிற்படுவதால் பொறிமுறைநயம் 1 இலும் குறைவாகவே இருக்கும்.

இயங்கு தனிக்கப்பி:

இக் கப்பித் தொகுதி பாரமான பொருள்களைத் தூக்குவதற்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. இதன் அமைப்பு படம் 54 இல்

காட்டியவாறு அமையும். எத்தனம் (E) பிரயோகிக்கப்படும். இழையின் பகுதி எந்தத் திசையிலும் இருக்கும். ஆயினும் மிகக் குறைந்தளவு எத்தனம் பிரயோகிக்கும் பொழுது இழை நிலைக்குத்தாக இருக்கும். அப்பொழுது இழையின் நிலைக்குத்துப் பாகங்களிலுள்ள இழைகள் பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனம் E க்குச் சமனாகும். கப்பி உராய்வற்றதாகவும் அத்துடன் அதன் நிறை W ஆகவுமிருப்பின்,



$$L + W = 2E \quad (L = \text{சுமையின் நிறை ஆகும்.})$$

கப்பி நிறையற்றதாயின் $L = 2E$

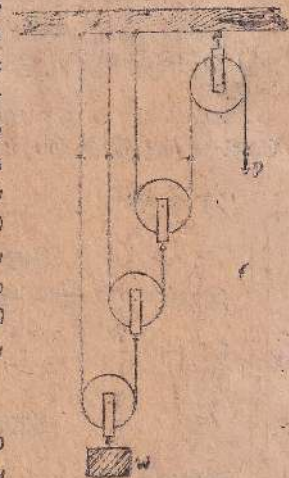
படம் 54

அப்பொழுது கப்பித்தொகுதியின் அறிமுறைப் பொறிமுறை

$$\text{நயம்} = \frac{L}{E} = 2 \text{ ஆகும்.}$$

முதலாம் கப்பித் தொகுதி

முதலாம் கப்பித்தொகுதி பல இயங்கு தனிக்கப்பிகளைக் கொண்டுள்ளது. (படம் 55) மூன்று இயங்கு தனிக்கப்பிகளைக் கொண்ட முதலாம் கப்பித்தொகுதியின் அமைப்பைக் காட்டுகின்றது. இதனில் காணப்படும் நிலையான கப்பி எத்தனத்தை வசதியாகப் பிரயோகிப்பதற்குச் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இது இக்கப்பித் தொகுதியின் பொறிமுறை நயத்தைப் பாதிப்பதில்லை. சுமை W அதிதாழ் கப்பியில் தொங்கவிடப்படுகின்றது. இத் தொகுதியின் பொறிமுறைநயம் வருமாறு காணப்படும்.



கப்பி நிறையற்றதெனவும் உராய்வற்ற தெனவும் அத்துடன் இழை இலேசானது மெனவுங் கொள்க.

படம் 55

பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனம் E ஆகவும் அதிதாழ் கப்பியில் அதாவது அதனை முதலாவது இயங்குகப்பியெனக் கொண்டு அதனில் தொங்கும் சுமை W எனவும் அதனைத் தாங்கும் நிலைக்குத்து இழைகளின் இழைகள் T_1 ஆகவும் இருப்பின்,

$$2T_1 = W$$

$$\therefore T_1 = W/2$$

————— (1)

அடுத்து இரண்டாவது இயங்கு கப்பியைத் தாங்கும் இழைகளின் இழுவைகள் T_2 ஆயின்,

$$2T_2 = T_1 = \frac{W}{2}$$

$$\therefore T_2 = \frac{W}{2 \times 2}$$

மேலும் மூன்றாவது இயங்கு கப்பியைத் தாங்கும் இழைகளின் இழுவைகள் T_3 ஆயின்,

$$2T_3 = T_2 = \frac{W}{2 \times 2}$$

$$\therefore T_3 = \frac{W}{2 \times 2 \times 2}$$

$$\therefore \text{ஆனால் } T_3 = P \text{ (எத்தனம்)}$$

$$\therefore P = \frac{W}{2^3}$$

$$\therefore \text{பொறிமுறைநயம்} = \frac{W}{P} = 2^3$$

இவ்வாறு n இயங்குகப்பிகளுக்கும் இம் முறையைக் கையாளின் அத் தொகுதிக்குரிய பொறிமுறைநயம் $= 2^n$ ஆகும்.

கப்பிகள் w என்னும் சமநிறைகளை யுடையனவாக இருப்பின் மேல் தொகுதிக்குரிய முதலாம் இயங்குகப்பிக்கு,

$$2T_1 = W + w \quad \therefore T_1 = \frac{W + w}{2} = \frac{W + w(2 \times 1 - 1)}{2}$$

$$\text{ஆனால் } 2T_2 = T_1 + w$$

இரண்டாம் இயங்குகப்பிக்கு,

$$2T_2 = \frac{W + w + 2w}{2} = \frac{W + w(2 \times 2 - 1)}{2}$$

$$\text{ஆனால் } T_3 = \frac{W + w(2 \times 2 - 1)}{2 \times 2}$$

மூன்றாம் இயங்குகப்பிக்கு,

$$\begin{aligned} 2T_3 &= T_2 + w \\ &= \frac{W + 3w}{4} + w \\ &= \frac{W + 7w}{2 \times 2} \end{aligned}$$

$$\therefore T_3 = \frac{W + \cdot 7w}{2 \times 2 \times 2} = \frac{W + w(2 \times 3 - 1)}{2^3}$$

ஆனால் $T_3 = P$

$$\therefore P = \frac{W + w(2 \times 3 - 1)}{2^3}$$

அல்லது $2^3 P = W + w(2 \times 3 - 1)$

இக்கோவை 3 இயங்குக்கப்பிகளைக் கொண்ட முதலாம் கப்பித் தொகுதிக்குரிய சமன்பாடாகும். ஆகவே n இயங்கு கப்பிகளைக் கொண்ட தொகுதிக்கு,

$$P = \frac{W + w(2n - 1)}{2^n}$$

$$\therefore 2^n P = W + w(2n - 1)$$

உதாரணம்

(1) 3 இயங்குக்கப்பிகளைக் கொண்ட முதலாம் கப்பித் தொகுதியில் 64 கி.கிராம் சுமையை உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய எத்தனம் 8 கி.கிராம் நிறையாகும். இந் நிறத்தைக்குக்கீழ் வினைத்திறன் $\frac{1}{2}$ ஆயின் தொகுதியின் வேகவிகிதத்தைக் காண்க.

$$\text{பொறிமுறைநயம்} = \frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}} = \frac{64}{8} = 8$$

$$\text{வினைத்திறன்} = \frac{\text{பொறிமுறைநயம்}}{\text{வேகவிகிதம்}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{8}{\text{வேகவிகிதம்}}$$

$$\therefore \text{வேகவிகிதம்} = 16$$

(2) 3இயங்கு கப்பிகளைக் கொண்ட முதலாம் கப்பித் தொகுதியில் ஒவ்வொரு கப்பியினதும் நிறை 2 கி.கி ஆகும். 10 கி.கி சுமையை உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய எத்தனத்தையும், வினைத்திறனையும் காண்க. உராய்வைப் புறக்கணிக்க.

முதலாவது அல்லது அதன் கீழ்க்கப்பியில் இழுவை

$$= \frac{1}{2}(10+2) \text{ கி.கி} = 6 \text{ கி.கி.நி.}$$

இரண்டாவது கப்பியில் இழுவை $= \frac{1}{2}(6+2) \text{ கி.கி} = 4 \text{ கி.கி.நி.}$

மூன்றாவது கப்பியில் இழுவை $= \frac{1}{2}(4+2) \text{ கி.கி} = 3 \text{ கி.கி.நி.}$

\therefore வேண்டிய எத்தனம் $= 3 \text{ கி.கி.நிறை}$

$$\text{பொறிமுறைநயம்} = \frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}} = \frac{10}{3}$$

$$\therefore \text{வேகவிகிதம்} = 2^3 = 8$$

$$\therefore \text{வினைத்திறன்} = \frac{\text{பொறிமுறைநயம்}}{\text{வேகவிகிதம்}} = \frac{10}{3} \div 8$$

$$= \frac{5}{12} \text{ அல்லது } 42\%$$

வேகவிகிதத்தைக் காணல்

அதிதாழ் கப்பியில் சுமையைத் (W) தொங்கவிடுக. நிலையான கப்பியின் மீது செல்லும் இழையின் நுனியில் W என்னும் நிறையுடைய தராசுத் தட்டைத் தொங்கவிடுக. இத்தட்டில், தொகுதி சமநிலையில் இருக்கத்தக்கவாறு நிறைகளை (w) இடுக. எனவே பிரயோகிக்கப்பட்ட எத்தனம் E ஆனது W + w ஆகும். பின்பு எத்தனம் l என்னும் தூரத்துக்கடாக இயங்கும்பொழுது சுமை (L) இயங்கும் தூரம் h ஐ அளக்க. அப்பொழுது $\frac{l}{h}$ இன் பெறுமானம் வேகவிகிதத்தைத் தரும். அத்துடன் உபயோகிக்கப்படும் கப்பித்தொகுதி 3 இயங்கு கப்பிகளைக் கொண்டதாகையால் அதன் அறிமுறைப் பொறிமுறைநயம் அல்லது வேகவிகிதமும் 2^3 ஆகும். எனவே $\frac{l}{h}$ இன் பெறுமானம் 2^3 இற்தச் சமனாகவுமிருக்கும்.

பொறிமுறை நயத்தைக் காணல்

சுமையைத் தொங்க விடாது தராசுத்தட்டில், ஒரு மென்மையான சுண்டுதுடன் உட்டு சீராக இயங்கும்வரை நிறைகளை இடுக. இந் நிறையுடன் தராசின் தட்டின் நிறையையும் சேர்த்து எத்தனம் e_1 ஐக் காண்க. இதன்பின், நிறைகளை, தட்டு மேல்முக்கமாக சீராக இயங்கும் வரை அதிலிருத்தும் நீக்குக. இந் நிறைகள் e_2 ஆயின், கப்பிகளை மட்டும் செயற்படுத்த வேண்டிய நிறைகள் $\frac{e_1 + e_2}{2} = e_0$ ஆகும். இவ்விதம் செய்வதுமூலம் கப்பிகளின

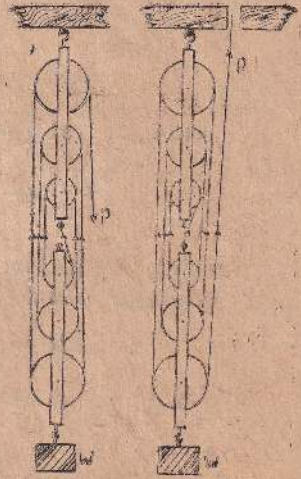
தும் உராய்வினதும் விளைவுகள் அகற்றப்படுகின்றன. சுமை W ஐ அதிதாழ் கப்பியில் தொங்கவிடுக. முன்போல் நிறைகளைத் தட்டில் அதி சீராக இயங்கும் வரை சரிசெய்து E_1 ஐக் காண்க. பின்பு மேல்முக்கமாக இயங்கச்செய்தும் E_2 ஐக் காண்க. $\frac{E_1 + E_2}{2} = E_0$

ஆனது சுமைகளையும், கப்பியையும் உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய எத்தனம் ஆகும். எனவே சுமை W இற்கு வேண்டிய எத்தனம்

$E_0 - w_0 =$ ஆகும். $\frac{W}{E}$ இன் இப் பெறுமானம் பொறிமுறை நயத்தைத் தருவதாகும். இவ்வாறு வெவ்வேறு சுமைகளுக்கும் பரிசோதனையைப் பொறிமுறை நயத்தின் பெறுமானத்தை உறுதிப்படுத்துக.

இன்னடாம் கம்பித்தொகுதி

இக் கம்பித் தொகுதி இரு வெவ்வேறு கட்டைகளில் கம்பிகளைக் கொண்டுள்ளன. கம்பிகள் ஒன்றின் கீழ் ஒன்றாக அமைகின்றன. இவற்றுள் ஒரு கட்டை நிலையாகவும் மற்றது இயங்கத்தக்கதாகவும் இருக்கும். ஒரேயொரு இழை இக்கம்பிகளியிது செல்லும். இதன் சுயாதீன நுனியில் எத்தனம் பிரயோகிக்கப்படும். இழையின் மறுநுனி படம் 56 (a) இலும் (b) இலும் காட்டியவாறு மேல் கட்டைக்கும் சரி கீழ்க் கட்டைக்கும் சரி கொடுக்கப்படலாம்.



படம் 56

மேல் கட்டையிலுள்ள கொழுக்கியில் இழை தொடுக்கப்பட்டின், ஒவ்வொரு கட்டையிலும் n கம்பிகள் இருப்பின், கீழ் கட்டையில் தொங்கும் சுமையை தாங்கும் இழைகளின் பாகங்கள் $2n$ ஆகும். அப்பொழுது சுமை S_1 என்னும் தூரத்துக்கூடாக உயர்த்தப்பட்டின் எத்தனம் $2nS_1$ தூரத்துக்கூடாக நகர்த்தப்படும். ஆகவே அறிமுறைப் பொறிமுறை நயம் (வேகவிதிதம்) $= \frac{2nS_1}{S_1} = 2n$ ஆகும்.

கீழ்க்கட்டைக்கு இழையின் நுனி படம் 56 (b) இல் காட்டியவாறு தொடுக்கப்பட்டின், சுமையைத் தாங்கும் இழையின் பாகங்கள் $(2n + 1)$ ஆகும். ஆகவே இங்கு அறிமுறைப் பொறிமுறைநயம் (வேகவிதிதம்) $= 2n + 1$ ஆகும்.

மேலும் கீழ்க்கட்டையிலுள்ள கம்பிகளின் எண்ணிக்கை மேல் கட்டையிலுள்ள கம்பிகளின் எண்ணிக்கையிலும் 1 குறையின், இழையின் நுனி ஆனது கீழ்க்கட்டையின் உச்சியில் தொடுக்கப்படும். அப்பொழுது சுமையைத் தாங்கும் இழைகளின் பாகங்கள் $(2n - 1)$ ஆகும் n ஆனது இங்கு மேல் கட்டையிலுள்ள கம்பிகளின் எண்ணிக்கையாகும். அத்துடன் அறிமுறைப் பொறிமுறைநயம் (வேகவிதிதம்) $= 2n - 1$ ஆகும். மேல்கம்பித் தொகுதிகளுக்கு அறிமுறைப் பொறிமுறை நயத்தை வருமாறும் காணலாம்.

படம் 56 (a) இல் தொங்கும் சுமை W ஆகவும் கீழ்க்கட்டடையின் நிறை புறக்கணிக்கப்படுவதாகவும் இருப்பின்,

$$W = 2nP$$

$$\text{பொ. மு. ந.} = \frac{W}{P} = 2n$$

படம் 56 (b) இல் $W = (2n + 1)P$

$$\text{பொ. மு. ந.} = \frac{W}{P} = 2n + 1$$

அடுத்து கீழ்க்கட்டடையில் 1 கப்பி குறையின் சுமையைத் தாங்கும் இழையின் பாகங்கள் $2n - 1$ ஆகும்.

$$\therefore W = (2n - 1)P$$

$$\text{பொ. மு. ந.} = \frac{W}{P} = 2n - 1$$

கீழ்க் கட்டடையின் நிறை w ஆயின்,

$$nP = W + w \quad (\because n \text{ ஆனது ஒவ்வொரு கட்டடையிலுமுள்ள கப்பிகள்})$$

$$n = \frac{W + w}{P}$$

$$\frac{W}{P} = n - \frac{w}{P}$$

வேகவிசுத்ததைத் துணிதல்

ஒவ்வொரு கட்டடையிலும் n கப்பிகளைக் கொண்ட கப்பித்தொகுதியொன்றை எடுக்க. மேற்கட்டடையின்மீது செல்லும் இழையின் சுயாதீன முனையில் பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனம் P ஐ 1 என்னும் தூரத்திற்குடாக நகர்த்துக. அதை அளந்தறிக. அப்பொழுது சுமை W நகரும் தூரம் h ஐயும் அளந்தறிக. $\frac{1}{h}$ இன் பெறுமானம் வேகவிசுத்ததைத் தரும். இவ்வாறு வெவ்வேறு சுமைகளுக்கு பரிசோதனையைச் செய்க. இப்பெறுமானம் எப்பொழுதும் $2n$ க்குச் சமனாகும்.

பொறிமுறைநயத்தைத் துணிதல்

கீழ்க் கட்டடையில் சுமையைத் தொங்கவிடாது அதனை மேல்முசமாக மட்டுமட்டாக இயங்கச் செய்வதற்கு இழையின் சுயாதீன முனையில் பிரயோகிக்க வேண்டிய நிறை P_1 ஐக் காண்க. பின்பு

அது தாடுக மட்டுமட்டாக கீழ்முசமாக இயங்கச் செய்வதற்கு வேண்டிய நிறை P_2 ஐயும் காண்க. இவற்றின் சராசரி அதாவது $\frac{P_1 + P_2}{2} = P_0$ கீழ்க்கட்டையினதும் உராய்வினதும் விளைவை அகற்று

கின்றதாகும். அடுத்து சமையைத் தொங்கவிட்டும் பரிசோதனையைச் செய்க. மேல்முசமாக மட்டுமட்டாக இயங்கச் செய்வதற்கு வேண்டிய நிறை P_1 ஐக் காண்க. மற்றும் கீழ்முசமாக மட்டுமட்டாக இயங்கச் செய்வதற்கு அகற்ற வேண்டிய நிறை P_2 ஐயும் காண்க. மேலும் $\frac{P_1 + P_2}{2} = P_0$ என்பது சமை W இனதும் கீழ்க்கட்டையினதும் உராய்வினதும் விளைவை வெவ்வேறு எத்தனம் ஆகும். ஆகவே சமை W ஐ மட்டும் தாங்கவல்ல எத்தனம்,

$$P_0 - P_0 = P \text{ ஆகும்.}$$

∴ $\frac{W}{P}$ இன் பெறுமானம் பொறிமுறைநயத்தைத் தரும்.

இவ்வாறு வெவ்வேறு சமைகளுக்குப் பரிசோதனையைச் செய்க.

உதாரணம்

ஒர் இரண்டாம் கப்பித்தொகுதி 6 கப்பிகளைக் கொண்டுள்ளது. இது 1120 கி. கி. சமையை நிலைக்குத்தாக உயர்த்த பயன்படுத்தப் படுகின்றது. இயங்கும் கட்டையின் நிறை 38 கி. கி. எனின் விளைத்திறனைக் காண்க. மேலும் எத்தனம் 193 கி. கி. நிறை எனவுந் காட்டுக. உராய்வைப் புறக்கணிக்க.

எத்தனம் P ஆயின்,

$$6P = 1120 + 30 = 1158$$

$$P = \frac{1158}{6} = 193 \text{ கி. கி. நிறை.}$$

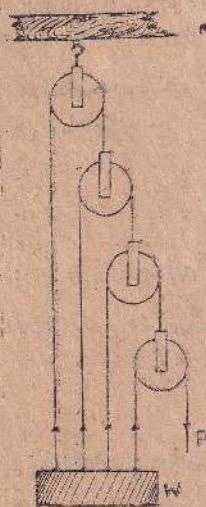
வேகவிசுதம் = 6

$$\therefore \text{பொறிமுறைநயம்} = \frac{\text{சமை}}{\text{எத்தனம்}} = \frac{1120}{193}$$

$$\therefore \text{விளைத்திறன்} = \frac{\text{பொ. மு. ந.}}{\text{வே. வி.}} = \frac{1120}{193 \times 6} \times 100\% = 9.7\%$$

மூன்றாம் கப்பித்தொகுதி

மூன்றாம் கப்பித்தொகுதியில் வெவ்வேறு இழைகள் ஒவ்வொரு கப்பிக்கு மீதும் செல்கின்றன. ஆனால் ஒவ்வொரு இழையினதும்



படம் 57

ஒரு நுனி சுமையைத் தொங்கவிடும் சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அதிஉயர்வில் இருக்கும் கப்பி நிலையாக ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் பொறிமுறைநயம் வருமாறு கணிக்கப்படும். கப்பிகளின் நிறைகளைப் புறக்கணிக்க. எத்தனம் பிரயோகிக்கப்படும் கீழ்க்கப்பியின் மீது செல்லும் இழையின் இழுவை T_1 எனவும் அதற்கு மேலுள்ள கப்பியின் மீது செல்லும் இழையின் இழுவை T_2 எனவும் அதிஉயர் கப்பியின் மீது செல்லும் இழையின் இழுவையை T_4 எனவுங்கொள்க.

$$\begin{aligned} \text{இங்கு, } T_1 &= P \\ T_2 &= 2T_1 = 2P \\ T_3 &= 2T_2 = 2^2P \\ \text{இவ்வாறு } T_4 &= 2T_3 = 2^3P \end{aligned}$$

மேலும் n கப்பிகளிருப்பின்

$$W = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n$$

$$W = P (1 + 2 + 2^2 + \dots + 2^{n-1})$$

$$P = P \cdot \frac{2^n - 1}{2 - 1}$$

$$\frac{W}{P} = 2^n - 1$$

$$\text{க. பொறிமுறைநயம்} = 2^n - 1$$

வினாக்கள்

1. 10 மீற்றர் நீளமுள்ள ஒரு கோல் முதலர்வது நெம்பு போரன் 1000 கி.கி சுமையைத் தாங்குவதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது. எத்தனம் 150 கி.கி ஆயின் சுழலிடம் எங்கிருந்தல் வேண்டும். [விடை: சுமையிலிருந்து 1.3 மீ]
2. ஒரு மனிதன் 20 கி.கி சுமையை 90 ச.மீ நீளமுள்ள கோலொன்றின் உதவியுடன் தூக்குகின்றான். சுமையிலிருந்து 30 ச.மீ தூரத்திலுள்ள கோலின் புள்ளியில் அது தோளில் ஓய்விலிருப்பின் தோளில் உருற்றப்படும் விசையைக் கணிக்க.

[விடை: 30 கி.கி]

3. ஒரு பொருள் பொதுத்தரரசொன்றின் ஒரு தட்டில் 20 கி. கிராமம் மற்றத்தட்டில் 21 கி. கி. மும் நிறுக்கின்றது. தட்டுகள் வெறுமையாக இருக்கும்பொழுது தரரசின் வளை சிடையாக இருப்பின் தரரசின் பிழை என்ன. அத்துடன் பொருளின் உண்மை நிறை என்ன? [விடை: 20.49 கி.கி]

4. ஒரு பிழையான தரரசின் புயங்கள் 20 : 21 என்னும் விகிதத்தில் உள்ளது. நீளமான புயத்தின் நுனியில் நிறுத்து, கி. கிராம் 1 ரூபா வீதம் வாங்கப்பட்ட 5 கி. கிராம் பொருள்களில் ஒரு வனுக்கு ஏற்பட்ட நட்டத்தைக் காண்க. [விடை: 5 $\frac{1}{4}$ ரூபா]

5. ஒரு பொதுத் தரரசின் தத்துவத்தை விளக்குக. (a) உணர் திறன் (b) திருத்தம் ஆகியவற்றை நிர்ணயிக்கும் காரணிகளை ஆராய்க.

ஒரு தரரசின் ஒவ்வொரு புயமும் 7 சமீ. நீளமாகும். காட்டியின் நீளம் 12 சமீ. வளையின் திணிவு 50 கிராம். மூன்று கத்தியோரங்களும் ஒரு தளத்தில் இருக்க வளையின் புவிப்பிழைமையம் நடுக்கத்தியோரத்துக்கு 0.02 சமீ. கீழ் இருப்பின் தட்டிலிடப்பட்ட சுமைகளுக்குள்ள வித்தியாசம் 1 மில்லி கிராம்ரயின் காட்டியின் நுனி எவ்வளவுக்கூடாகத் திருப்பும்?

[விடை: 0.084 சமீ.]

6. பெயரிடப்பட்ட படத்தைக் கொண்டு ஒரு பொதுத் தரரசை விவரிக்க. இதன் உணர்திறனை நிர்ணயிக்கும் காரணிகளையாவை?

வளையின் அடர்த்தி 1.17 கி/இலீற்றர் ஆக இருக்கும் வேளையில் 8.4 கி/க. சமீ. அடர்த்தியுடைய பித்தளைப் படிகளை உபயோகித்து செம்மையான தரரசொன்றில் 0.7 கி/க.சமீ. அடர்த்தி உடைய ஒரு பொருள் நிறுக்கப்பட்டது. தரரசைச் சமநிலைப்படுத்த 10 கிராம் திணிவுடைய படிகள் வேண்டியிருந்தால் பொருளின் உண்மையான திணிவு என்ன? [விடை: 10.017 கி.]

7. 150 மீற்றர் நீளமுள்ளதும் 15 மீற்றர் உயரமுள்ளதுமான ஒரு சாய்வில் 112 கி.கி. விசை பிரயோகிக்க எவ்வளவு ஆட்கள் வினைத்திறன் 25% ஆக இருக்கும் பொழுது தேவைப்படும்?

[விடை: 40]

8. ஒரு சில்லும் அச்சாணியாலும் 200 கி.கி. சுமை உயர்த்த வேண்டியிருக்கின்றது. அச்சாணியின் விட்டம் 2 ச.மீ. சில்லின் விட்டம் 15 ச.மீ. திறன் 80% ஆயின் சில்லில் உடூற்ற வேண்டிய விசையைக் கணிக்க. [விடை: 33 $\frac{1}{2}$ கி.கி]

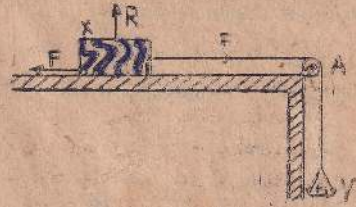
9. ஒரு சில்தும் அச்சாணியினதும் வேகலிகிதம் 5. ஒரு 320 கி.கீ. கமையானது 80 கி.கி. நிறையுடைய எத்தனத்தால் உயர்த் தப்படுகின்றது. பொறியின் திறன் என்ன? பொறியின் உராய்வை வெல்ல 80 கி.கி. நிறை என்ன எத்தனத்தின் பின்னம் உபயோகிக்கப்படுகின்றது? [விடை: 80%; 5]
10. ஒரு கப்பித்தொகுதியின் பொறிமுறை நயத்தை எவ்வாறு காணலாம்? கப்பி ஒவ்வொன்றும் 14 கி. கிராம் நிறையுடைய 4 கப்பிகளின் துணைகொண்டு 1120 கி.கி. திணிலை தூக்கவேண்டியிருக்கின்றது. அதிஉயர் பொறிமுறை நயத்தைக் கொடுக்கத்தக்க கப்பித் தொகுதியை சிறிக்காட்டுக. [விடை: 3ம் கப்பித்தொகுதி]
11. இரண்டாம் கப்பித்தொகுதியில் ஒவ்வொரு கட்டையிலும் 4 கப்பிகள் உள. அசையக்கூடிய கட்டையின் நிறை 5 கி.கி. திறன் 90% ஆயின் 75 கி.கி. சமையை உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய எத்தனத்தைக் கணிக்க. [விடை: 111 கி.கி.]
12. ஒரு கப்பித்தொகுதி இரு கட்டைகளை கொண்டென்ன. மேற் கட்டை நிலையானதம் 3 கப்பிகளை கொண்டதுமாகும். சிழ்ச் கட்டை அசையத்தக்கதும் 2 கப்பிகளை கொண்டதுமாகும். ஒரு சமையை உயர்த்துவதற்கு எவ்வாறு இதன் வரிப்படம் அமைய முணக்கீறுக. அசையும் கட்டைக்கு 50 கி.கி. சமை பொருத் தப்பட்டால் அதனை உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய எத்தனம் 12 கி. கிராம் ஆயின் திறன் என்னவாகும்? [விடை: 83%]
13. W கி.கி. சமையை உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய எத்தனம் P ஆனது $P=4 + 0.1 W$ என்பதனால் தரப்படத்தக்க வகையில் சில்தும் அச்சாணியும் என்னும் உயர்த்தும் பொறி அமைக்கப் பட்டுள்ளது. பொறியின் வேகலிகிதம் 10 ஆயின் 5 கி.கி. சமையை 1 மீற்றர் தாரத்துக்கடாக உயர்த்தும்பொது விரைய மாக்கப்படியு வேலையைக் கணிக்க. [விடை: 40 மீற்றர் கி.கிராம்]
14. 8 கப்பிகள் தரப்பட்டிருந்தால் ஒரு பொறியை அமைப்பதற்கு அவற்றை ஒழுங்குபடுத்தக் கூடிய பல் முறைகளை விவரிக்க. ஒவ்வொரு வகையிலும் உள்ள பொறிமுறைநயத்தைக் கணிக்க. அறிமுறையிலும் பார்க்க ஏன் உண்மையான பொ. மு. ந வித் தியாசப்படுகின்றது?

அலகு 6

உராய்வு

உயிரினங்கள், பொறிகள், மற்றும் வாகனங்கள் தரையின் மீது ஓரிடத்திலிருந்து இன்னொரு இடத்திற்கு இயங்குவதற்கு உறுதுணையாக இருப்பது உராய்வு. இது, எப்பொழுதும், இரு தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் மேற்பரப்புக்கள் ஒன்றின் தொடர்பாய் மற்றது இயங்கும்பொழுது அவற்றின் தொடுகைத் தளத்தினில் அதற்குச் சமாத்ரமாக தொடர்பியக்கத்தை எதிர்க்கும் வண்ணம் செயற்படும் ஒரு விசையாகும். இயக்கத்தை ஏற்படுத்துமுகமாக புறவிசையொன்றைப் பிரயோகிக்கும்பொழுது மட்டுமே இவ்வுராய்வு விசை செயற்படும் எனவே, சாதாரணமாக, பொருளொன்று ஒய்வில் இருக்கும்பொழுது இது செயற்படுவதில்லை. இவ்விசை எத்தகைய தென்பதை பின்வருமாறு பரிசீலித்தறியலாம்.

மேசையின்மீது வைக்கப்பட்ட மருக்கும் Xஎன்னும் ஒரு மரக்குற்றியைக் கருத்திற் கொள்க. இது தவாளித்த கப்பி A மீது செல்லும் ஓர் இழையின் முனையொன்றுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இழையின் மறுமுனையு என்னும் தராகத் தட்டுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. (படம் 58).



படம் 58

இடப்படும்பொழுது மீர்க்குற்றி அசையாதிருக்கிறது. எனவே இடப்பட்ட திறைகளினதும் தட்டின் நிறையினதும் கூட்டுத் தொகைக்குக் குற்றிக்கும் மேசைக்குமிடையே செயற்படும் உராய்வுவிசை சமனாகும். திறைகள் மேலும் தட்டில் இடப்படும்பொழுது X அசையாதிருக்கின்றது. ஆகவே செயற்படும் உராய்வுவிசை சுடியுள்ளது என்பது புலனாகின்றது. ஆனால் இடும் திறைகளை மேலும் மேலும் கூட்டிக்கொண்டு போகும்பொழுது, ஒரு நிலையில் X வழுக்க ஆரம்பிக்கின்றது. அந்நிலையில், இரு மேற்பரப்புக்களுக்கு மிடையேயுள்ள உராய்வுவிசை எல்லைப்பெறுமானம் அடைந்திருக்கிற தென்படும். இக் சனத்தில் இரு மேற்பரப்புக்களும் எல்லை உராய்வுநிலையில் இருக்கின்றன வென்றும், அவற்றினிடையே செயற்படும் உராய்வுவிசையை எல்லை உராய்வுவிசை வென்றும் சொல்லப்படும். இவ்விசை பிரயோகிக்கப்படும் விசையைப் பொறுத்து, பூச்சியத்தில் இருந்து எல்லை உராய்வுப் பெறுமானம்வரை அதிகரிக்கின்றதனால் இது ஒரு தற்செய்ப்ப்படுத்துவிசை (self adjusting force) எனப்படும்.

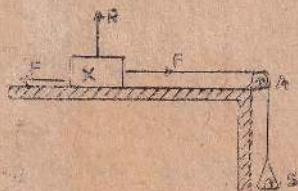
நிலையியல் உராய்வுக்குணகம்

இரு திணை மேற்பரப்புக்கள் எல்லை உராய்வுநிலையில் இருக்கும் பொழுது, F என்னும் எல்லை உராய்வுவிசைக்கும், R என்னும் செவ்வன் மறுதாக்கத்திற்கும் உள்ள விகிதம் எல்லை உராய்வுக்குணகம் எனப்படுக. இது நிலையியல் உராய்வுக்குணகம் எனவும் பெயர்பெறும். இக்குணகம், பொதுவாக, μ என்னும் குறியீட்டினால் குறிக்கப்படும். எனவே மேல் வரைவிலக்கணத்தை பின்வரும் குறியீட்டின் கோவையால் விளக்கலாம்.

$$\text{அதாவது } \mu = \frac{F}{R}$$

பரிசோதனையின்படி தரப்பட்ட இரு தொடும் மேற்பரப்புக்களிலொன்றினது பரப்புக் கூடியபோதும் அவ்வது குறைந்தபோதும் μ இன் பெறுமானம் கணிக்கப்படும்போது, ஒரே பருமன் உடைய தாக்க காணப்படுகிறது ஆகவே தொடும் பரப்புக்களின் பரப்பினில் இப்பெறுமானம் தங்குவதில்லை. மேலும், R இன் பருமன் கூடும் பொழுது, அதற்கேற்ப F உம கூடுவதால், μ இன் பெறுமானம் மாற்றம் அடைவதில்லை.

நிலையியல் உராய்வுக்குணகத்தைத் துணிதல்



படம் 59

ஆரம்பிக்கும்வரை, இட்டுக் குறித்துக்கொள்க. X இன்மீது தெரிந்த நிறையொன்றை வைத்து மறுதாக்கம் R இனைக் கூட்டிக்கொள்க. மீண்டும் தட்டில் முன்போல் குற்றி வழக்க ஆரம்பிக்கும்வரை நிறைகளை இட்டும் குறித்துக்கொள்க. இவ்விகிதம் R இன் பருமனை அக்கரித்துப் பரிசோதனையை மூன்று அவ்வது நான்கு முறை செய்து தட்டில் இடப்படும் நிறைகளைக் குறித்துக்கொள்க. பரிசோதனையை ஒவ்வொரு முறையும் குற்றியை முதல் இருந்த இடத்தில் வைத்தே ஆரம்பிக்க. பின்பு பெறுபெறுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தி நிலையியல் உராய்வுக்குணகத்தைக் கணித்துக் கொள்க.

பெறுபெறுகள்: தட்டின் நிறை = W_1 கிராம்
குற்றியின் நிறை = W_2 கிராம்

குற்றி X இனதும் தராசுத் தட்டு S இனதும் நிறைகளைக் காண்க. குற்றியை ஒரு சிடைமான தளத்தில் வைத்து ஓர் இழையினால் படம் 59 இல் காட்டியவாறு தராசுத்தட்டுடன் இணைத்துவிடுக. X இனது நிலையத்தைத் தளத்தில் குறித்தபின் தட்டில் நிறைகளை குற்றி வழக்க

செவ்வன் மறுதாக்கம் R (கிராம்)	தட்டில் உள்ள நிறை வழக்க ஆரம்பிக்கும் போழுது (கிராம்)	எடைய உராய்வு விசை F (கிராம்)

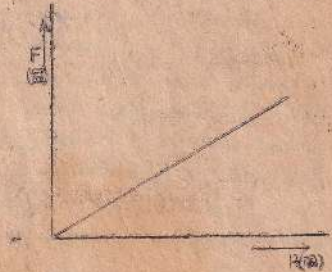
கணிப்பு

எல்லை உராய்வுவிசை $F =$ வழக்க ஆரம்பிக்கும்போது தட்டில் உள்ள நிறை + தட்டின் நிறை
செவ்வன் மறுதாக்கம் $R =$ குற்றியின் நிறை + X இன் மீது வைக்கும் வேறு நிறைகள்

வரைபு:

R இற்கு ஒத்ததாய் F இனைக் குறிக்கும்பொழுது வரைபொன்று படம் 60 இல் காட்டியவாறு பெறப்படும்.

வரைபின் சாய்வளிதம் குறிக்கும் தளத்திற்கும் இடையே யுள்ள நிலையியல் உராய்வுக்குண கதளைக் குறிக்கும்.



படம் 60

இயக்கவியல் உராய்வும், இயக்கவியல் உராய்வுக்குணகளும்.

ஒரு மேற்பரப்பு இன்னொரு மேற்பரப்பின்மீது இயங்கிக் கொண்டு போகும்பொழுது அவற்றின் தொடும் பரப்புகளினிடையே ஓர் உராய்வுவிசை செயற்படுகின்றது. இது நிலையியல் உராய்வு விசையைப் போன்றதன்று. இவ்வராய்வை இயக்கவியல் உராய்வு அல்லது வழக்குராய்வு என்று சொல்லப்படும். இது தொடர்பியக்கம் உடைய இரு மேற்பரப்புகளுக்கிடையே நிகழும்.

ஒரு மேற்பரப்பு சீரான வேகத்துடன் இன்னொரு மேற்பரப்பின் மீது இயங்கும்பொழுது இவ்விரு மேற்பரப்புகளுக்குமிடையே

செயற்படும் F' என்னும் உராய்வுவிசைக்கும் R என்னும் செவ்வன் மறுதாக்கத்திற்கும் உள்ள விசுதம் இயக்கவியல் உராய்வுக்குணகம் அல்லது வழக்குராய்வுக்குணகம் எனப்படும்.

$$\text{அதாவது } \mu' = \frac{F'}{R} \quad (\mu' = \text{வழக்குராய்வுக் குணகம்})$$

பரிசோதனையின்படி இவ்வராய்வுக்குணகம் இரு மேற்பரப்புக் கன்குகிடையேயுள்ள தொடர்புவேகம் அதிகரிக்கும்போதும் அல்லது குறையுப்போதும் மாறுவதில்லை. அதாவது இது இயங்கும் வேகத்தில் தங்குவதில்லை. மேலும் இயக்கவியல் உராய்வுக்குணகம் நிலையியல் உராய்வுக்குணகத்திலும் கிறிதென்பதும் பரிசோதனை வாய்வாக அறியப்படுகிறது.

இயக்கவியல் உராய்வுக்குணகத்தை (வழக்குராய்வுக் குணகத்தைத்) துணியில்

முறை 1: நிலையியல் உராய்வுக்குணகத்தைத் துணியற்கு உபயோகிக்கப்பட்ட உபகரணமே இதனைக் காண்பதற்குப் பயன்படுகிறது. தராகத்தட்டில் நிறைகளையிட்டு குற்றியை சற்று மெதுவாகத் தட்டவேண்டும். இவ்விதம் நிறைகளைத் தட்டில் இட்டு குற்றியை மெதுவாகத் தட்டும்பொழுது அது சீரான வேகத்துடன் இயங்குமாயின், அப்பொழுது தட்டில் உள்ள நிறைபைக் குறித்தல் வேண்டும். இதுவே இயக்கவியல் உராய்வுவிசையைத் தருவதாகும். குற்றியை மீண்டும் முதல் இருந்த இடத்தில் வைத்த, அதன்மீது நிறைகளை ஏற்றி செவ்வன் மறுதாக்கத்தை அதிகரிக்கச்செய்து பரிசோதனையைப் பல முறைகள் செய்க. மறுதாக்கங்களையும் உராய்வுவிசைகளையும் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்துக.

பெறுபெறுகள்

$$\text{தட்டின் நிறை} = W_1 \text{ கிராம்}$$

$$\text{குற்றியின் நிறை} = W_2 \text{ கிராம்}$$

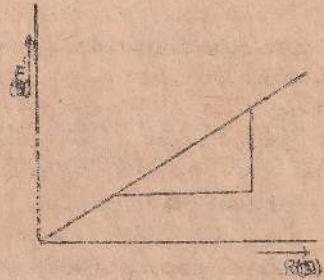
செவ்வன் மறுதாக்கம் R (கிராம்)	வழக்குப்போது கட்டும் இகுக்கும் நிறைகள்	இயக்கவியல் உராய்வு விசை F' (கிராம்)

கணிப்பு

$F' =$ வழக்கும்பொழுது தட்டில் உள்ள நிறை + தட்டின் நிறை
 $R =$ குற்றியின் நிறை + குற்றியில் ஏற்றிய வேறு நிறைகள்

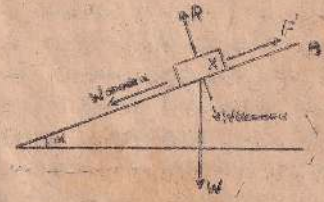
வரைபு

R இற்கு ஒத்ததாய் F' இனைக் குறிக்கும் பொழுது படம் 61 இல் காட்டியவாறான ஒரு வரைபு பெறப்படும். வரைபின் சாய்வுவீதம் இயக்கவியல் உராய்வுக் குணகத்தைக் குறிக்கும்.



படம் 61

முறை II:- குற்றி X இனை B என்னுள் தளத்தில் வைத்து தளத்தைக் கிடைக்கு சாய்பாக்கச்சரிக்க. இவ்வாறு சரித்துக்கொண்டுபோகும் பொழுது குற்றியை மெதுவாகத் தட்டுக. பரிசோதனையை இவ்வீதம் செய்துகொண்டு போகும் பொழுது, ஒரு கட்டத்தில் குற்றி தட்டிய மாதிரிததில் சீரான வேகத்துடன் வழக்குகின்றது. அந்நிலையில் தளம் கிடையுடன் ஆக்கும் சரிவுக் கோணம் α இனை அளத்தல் வேண்டும். α இன் சராசரிப் பெறுமானத்தைக் காண்பதற்கு பரிசோதனையை மீண்டும் இருமுறைகள் செய்வது நலனாகும்.



படம் 62

கணிப்பு

இற்கு $F = W$ சைன் α
 $R = W$ கோசைன் α
 ஆனால் $\mu = \frac{F}{R} =$ தான் α

எனவே தளம் கிடையுடன் ஆக்கும் சரிவுக்கோணத்தின் தான்சின் பெறுமானம் இரு மேற்பரப்புக் களுக்கிடையே செயற்படும் இயக்கவியல் உராய்வுக்குணகத்தைத் தருவதாகும்.

குறிப்பு: உலர்ந்த திண்மப் பரப்புக்களே மேற்கூறிய பரிசோதனைகளுக்கு உகந்தனவாகும்.

திண்ம உராய்வு விதிகள்

1. இரு மேற்பரப்புக்களுக்கிடையே செயற்படும் உராய்வுவிசை அவற்றின் தொடர்பியக்கத்தை எதிர்ப்பதாகும்.
2. செவ்வன் மறுதாக்கம் மாறாதிருக்கும் பொழுது, உராய்வுவிசை இரு மேற்பரப்புக்களின் தொடுகைப் பரப்பின் பருமனில் தங்குவதில்லை.
3. நிலையல் உராய்வில், எல்லை உராய்வுவிசை செவ்வன் மறுதாக்கத்திற்கு நேர்விசை சமமாகும்.

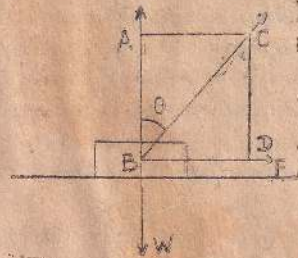
இயக்கவியல் உராய்வில், உராய்வுவிசை செவ்வன் மறுதாக்கத்திற்கு நேர்விசை சமமாகும். அத்துடன் இது மேற்பரப்புக்களின் தொடர்பு வேகத்தில் தங்குவதில்லை.

உராய்வுக்கோணம்

ஒரு பொருளின் F என்னும் விசை தாக்குப்பொழுது, அது எல்லை உராய்வு நிலையில் இருப்பின் எல்லை உராய்வு விசையும் F ஆகும். அதனை செவ்வன் மறுதாக்கத்துடன் சேர்த்து தளத்தின் விளையுள் மறுதாக்கத்தைப் பெறலாம். படம் 63 இல் BA ஆனது W இற்குச் சமனாயின், உராய்வுவிசை F இனதும் BA இனதும் விளையுள் BC ஆகும், இது AB உடன் ஆக்கும் கோணம் θ வாயின்,

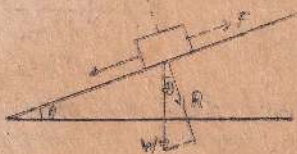
$$\text{தான் } \theta = \frac{F}{W} = \mu$$

இக்கோணம் θ உராய்வுக்கோணம் எனப் பெயர்பெறும்



படம் 63

உராய்வுக்கோணத்தைத் துணிதல்



படம் 64

ஒரு பொருள் சாய்தள மொன்றில் ஓய்வில் இருக்கும் பொழுது, அதன் நிறை W இனை இரு கூறுகளாகப் பிரித்துவிடலாம்.

ஒன்று, $R = W$ கோசைன் θ இது தளத்திற்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்.

மற்றது W சைன் θ , இது தளத்திற்குச் சமாந்தரமாகவிருக்கும்.

தளம் கிடையுடன் ஆக்கும் ஒரு குறித்த சரிவு θ வினில் எல்லை உராய்வுநிலை எய்தியதெனவும், பொருள் வழக்க ஆரம்பிக்கும் நிலையில் இருக்கிறதெனவும் கொள்வோமாயின்

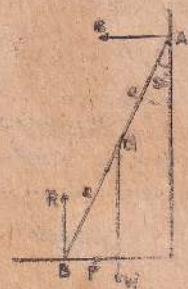
$$\mu = \frac{W \text{ சைன் } \theta}{W \text{ கோசைன் } \theta} = \text{தான் } \theta$$

எனவே பொருள் வழக்க ஆரம்பிக்கும் கணத்தில், தளத்தின் சரிவு θ ; உராய்வுக் கோணத்திற்குச் சமனாகும். ஆகவே உராய்வுக் கோணத்தைத் துணிதற்கு காய்தளத்தின் ஒரு முனையை தளத்தில் வைக்கப்பட்ட பொருள் வழக்க ஆரம்பிக்கும்வரை உயர்த்தல் வேண்டும். அந்நிலையில் θ இனை அளந்திடல் வேண்டும். இவ்விதம் பரிசோதனையை மூன்று அல்லது நான்கு முறைகள் செய்து θ இன் சராசரியைக் காண்க. இச் சராசரிப் பெறுமானம் உராய்வுக் கோணத்தின் பருமனாகும் இதிலிருந்து தான் θ இன் பெறுமானத்தைக் காணும்பொழுது நிலையில் உராய்வுக்குணகம் பெறப்படும்.

உதாரணங்கள்

1. ஒரு பாரமான சீரான ஏணி அதன் மேல்முனை ஒப்பமான நிலைக்குத்துச் சுவருடன் இருக்க ஓய்வில் இருக்கின்றது. அதன் கீழ் முனை கரடான கிடையான தரையில் இருக்கின்றது. ஏணி நிலைக்குத்துடன் 30° ஆகும்பொழுது அது வழக்கும் தறுவாயில் இருப்பின் தரைக்கும் ஏணியில் அடிக்குமிடையேயுள்ள நிலையில் உராய்வுக் கோணத்தைக் காண்க.

- ஏணியின் அடியினது செவ்வன்
 மறுதாக்கம் = R
 உராய்வு விசை = F
 சுவரில் செவ்வன் மறுதாக்கம் = S
 ஏணியின் நிறை G இல் = W
 AB இன் நீளம் = 2a
 ஏணியின் சமநிலையில் (படம் 65)
 R = W ----- (1)
 F = S ----- (2)



படம் 65

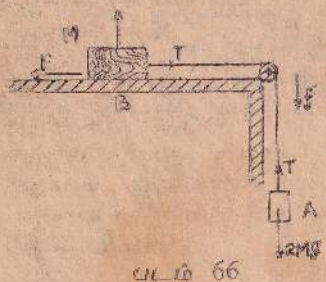
B பற்றித் திரும்புதிறன் எடுக்கும் பொழுது.

$$\begin{aligned} S \cdot 2a \text{ கோசை } 60^\circ &= W \cdot a \text{ சைன் } 30^\circ \\ \therefore S &= \frac{W}{2} \text{ தான் } 30^\circ \\ \therefore F &= \frac{W}{2} \text{ தான் } 30^\circ \end{aligned}$$

$$\text{ஆனால் உராய்வுக்குணகம் } \mu = \frac{F}{R}$$

$$\begin{aligned} \text{அதாவது } \mu &= \frac{W}{2} \text{ தான் } 30^\circ / W \\ &= \frac{1}{2} \text{ தான் } 30^\circ \\ \mu &= 0.29 \end{aligned}$$

2. ஒரு நிறையற்ற கப்பியின் மீது செல்லும் இலேசான இழை யொன்றின் ஒரு முனையில் ஒரு சுமை தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இழையின் மறுமுனை மேசையொன்றின்மீது இருக்கும் ஒரு குற்றிக்குத் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. சுமையின் திணிவு குற்றியினது திணிவின் இருமடங்காகும். சுமை ஓய்விலிருந்து 180 சமீ. தூரம் விழ விடப்பட்டபின் நிறுத்தப்பட்டது. அப்பொழுது குற்றி 300 சமீ. வழக்கிச் சென்றபின் ஓய்வுக்கு வந்தது. மேசைக்கும் குற்றிக்கும் இடையிலுள்ள இயக்கவியல் உராய்வுக்குணகத்தைக் காண்க.



படம் 66

$$\begin{aligned} 2Mg - T &= 2Mf \\ T - F &= Mg \\ \hline 2Mg - F &= 3Mf \\ \text{ஆனால் } F &= \mu Mg \\ 2Mg - \mu Mg &= 3Mf \\ \therefore f &= \frac{g}{3} (2 - \mu) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{A, 180 சமீ. சென்றவுடன் அதன் வேகம் } v^2 &= u^2 + 2f \cdot s \\ v^2 &= 0 + 2 \cdot f \cdot 180 \end{aligned}$$

A நிறுத்தப்பட்டபின், B ஆனது உராய்வு விசைக்கு எதிராகச் செல்லும். எனவே B இன் ஆர்முடுகல் (அமர் முடுகல்) f'

$$\begin{aligned} \therefore F &= Mf' \\ \text{ஆனால் } F &= \mu Mg \\ \mu Mg &= Mf' \\ \therefore f' &= \mu g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{R இற்கு } v^2 &= u^2 - 2f' \cdot s \\ 0 &= 2 \cdot f \cdot 180 - 2 \cdot f' \cdot 300 \\ \therefore 2 \cdot f \cdot 180 &= 2 \cdot f' \cdot 300 \\ f &= \frac{180}{300} f' = \frac{3}{5} f' \end{aligned}$$

$$\therefore \mu \cdot g = \frac{3}{5} \times \frac{g}{3} (2 - \mu)$$

$$\mu = \frac{2 - \mu}{5}$$

$$\therefore 5\mu = 2 - \mu$$

$$\therefore 6\mu = 2$$

$$\therefore \mu = \frac{1}{3}$$



வினாக்கள்

1. வழக்குராய்வுக்குணகம் என்பதை வரையறுக்க. இண்ம உராய்வு விதிகளைக் கூறுக.

ஒரு மரக்குற்றிக்கும் பலகைக்கும் இடையேயுள்ள உராய்வுக் குணகத்தைத் துணிவதற்கு வேண்டிய உபகரணத்தைக் கீறிக. ஒரு தகுந்த வரைபைக்கொண்டு எவ்வாறு உராய்வுக் குணகத்தைப் பெறலாம்.

2. நிலையியல் உராய்வுக்கும் இயக்கவியல் உராய்வுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகளைக் கூறுக. இரும்புக்கும் மரத்துக்கும் இடையேயுள்ள இயக்கவியல் உராய்வுவிதிகளை எவ்வாறு பரிசீலிக்கலாம்? கிடையுடன் 30° சரிவில் இருக்கும் மரத்தளத்தின்மீது 5 கி.கி திணிவுள்ள இரும்புக்குற்றி ஒய்வில் இருக்கின்றது. தளத்துக்குச் சமாந்தரமாக குற்றியை மேல்முகமாக நகர்ப்பண்ணுவதற்கு வேண்டிய அதிகுறைந்த விசை 5 கி.கி எனின், மரத்துக்கும் இரும்புக்கும் உள்ள வழக்குராய்வுக் குணகத்தைக் கணிக்க.

[விடை: 0.58]

3. வழக்குராய்வு விதிகளைக் கூறுக?

4.5 கி.கி.; 6 கி.கி. திணிவுள்ள ஓர் இறுக்கமான இழையினால் கட்டப்பட்டு ஒரு கரடான மேசையில் சரிவின் அதிஉயர் நேர் கோட்டின் வழியே வைக்கப்பட்டுள்ளன. மேசை மெதுவாக சரிக்கப்பட்டது. 4.5 கி.கி. திணிவு கீழ் இருப்பின், வழக்கல் நிகழ ஆரம்பிக்கும் பொழுதுள்ள தளத்தின் சாய்வைக் கணிக்க. 4.5 கி.கி. திணிவுக்கும் தளத்துக்கும் உள்ள உராய்வுக்குணகம் $\frac{1}{3}$; 6 கி.கி. திணிவுக்கும் தளத்துக்கும் உள்ள உராய்வுக் குணகம் $\frac{1}{2}$.

[விடை: 23.2°]

4. 20 மீற்றர் நீளமும் 70 கி.கி. திணிவுமுள்ள ஏணியொன்று கரடான நிலைக்குத்துச் சுவருடன் 45° இல் சாய்ந்திருக்கின்றது. ஏணியின் ஒவ்வொரு முனையிலும் உராய்வுக்

குணகம் 0.5 ஆயின் 140 கி.கி திணிவுள்ள ஒரு மனிதன் ஏணி வழக்க ஆரம்பிக்க முன் அதனில் எவ்வளவு தூரம் ஏறுவான்? [விடை: 13 மீற்றர்]

5. 30° சாய்வில் இருக்கும் ஒரு கரடான தளத்தின் வழியே சீழ் முகமாக ஒரு பொருள் வழக்கிக் கொண்டு செல்கின்றது. ஆரம்பத்திலுள்ள அழுத்த சத்தியின் 70% இறங்குகையில் விரைய மாயின் உராய்வுக் குணகத்தைக் கணிக்க. [விடை: 0.404]

6. உலர் திண்ம உராய்வு விதிகளைக் கூறுக. கிடையுடன் 45° ஆக்கும் கரடான தளத்தில் 15 கி.கி. திணிவு வொன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. திணிவுக்கும் தளத்துக்குமுள்ள உராய்வுக்குணகம் 0.2 ஆயின் திணிவு தடத்தின் வழியே சீழ் முகமாக வழக்காது வைத்திருப்பதற்கு வேண்டிய அதிகுறைநக்சிடை விசையைக் கணிக்க. [விடை: 10 கி. கி. நிறை]

7. 10 கிராம் திணிவுள்ள ஒரு சன்னம் 300 மீ/செக். கதிபுடன் சென்று ஒரு கரடான கிடைத்தளத்திலிருக்கும் 290 கிராம் திணிவுள்ள மரக்குற்றியொன்றில் மோதுகின்றது. மோதியபின் குற்றியும் சன்னமும் சோந்து ஒன்றுக இயங்கி 15 மீற்றர் தூரத்தில் ஓய்வுக்கு வருகின்றன. குற்றிக்கும் தளத்துக்கும் இடையிலுள்ள உராய்வுக் குணகத்தைக் கணிக்க. [விடை: 0.34]

8. ஒரு கிடையான வட்டமேசை அதன் மையம் பற்றி நிமிடத்துக்கு 120 சுழற்சிகளை ஆக்கும் வகையில் சுழல்கின்றது. மேசையில் ஒரு சிறுபொருளை மேசை சார்பாக ஓய்விலிருக்க என்ன தூரத்தில் வைக்கப்படல் வேண்டும். இவைகளுக்கு கிடையே உராய்வுக்குணகம் 0.8 ஆகும். [விடை: 4.97 சமீ]

9. ஒரு மனிதன் புறக்கணிக்கத்தக்க நிறையடைய ஏணியொன்றின் முக்கால் நீளத்தில் நிற்கின்றான். ஏணி ஒரு ஓய்வுமான நிலைக்குத்துச்சவருடன் 30° சாய்வில் எல்லைச் சமநிலையில் ஓய்வில் இருக்கின்றது. ஏணியின் கீழ்ப்புறம் ஒரு கரடான கிடைப் பரப்பில் இருக்கின்றது. பரப்புக்கும் ஏணிக்குமுள்ள உராய்வுக் கோணத்தைக் காண்க? [விடை: 23°25']

10. 50 கி.கி திணிவுள்ள ஒரு குற்றியை ஒரு கிடையான மேசையின் மீது மட்டுமட்டாக 20 கி.கி நிறையுள்ள கிடைவிசையினால் இழுக்க முடியின் குற்றியை இழுப்பதற்கு வேண்டிய விசையை விசையின் திசை கிடையுடன் 30° (i) மேல்முகமாகவும் (ii) கீழ்முகமாகவும் ஆக்கும்பொழுது காண்க.

[விடை: (i) 18.8 கி.கி (ii) 30 கி.கி நிறை]

அலகு 7

நீர்நிலையியல்

அடர்த்தி

ஒரு கனஅலகுப் பொருளின் திணிவு அடர்த்தி எனப்படும்.

$$\text{அடர்த்தி } \rho = \frac{\text{பொருளின் திணிவு}}{\text{பொருளின் கனவளவு}}$$

இதன் அலகு கிராம்/க.சமீ; இரூத்தல்/க.அடி;
கிலோகிராம்/க.மீற்றர் ஆகும்.

தன்வீர்ப்பு

ஒரு குறித்த கனவளவுள்ள பொருளின் திணிவுக்கும் அதே கனவளவுள்ள நீரின் திணிவுக்குமுள்ள விகிதம் பொருளின் தன்வீர்ப்பு எனப்படும். இது அலகு இல்லாததாகும்.

பொருளின் கனவளவு V எனவும் அதன் அடர்த்தி ρ எனவும் நீரின் அடர்த்தி w எனவும் கொள்ளின்,

$$\text{தன்வீர்ப்பு } (S) = \frac{V\rho}{V.w}$$

$$\therefore S = \frac{\rho}{w}$$

$$\therefore \rho = S.w$$

ச.கி.செ. தொகுதியில் நீரின் $w = 1$ கிராம்/க.சமீ. ஆனதால் $S = \rho$ ஆகும். அதாவது இத்தொகுதியில் பொருளின் அடர்த்தியும் தன்வீர்ப்பும் எண்ணெவில் சமனாகும்.

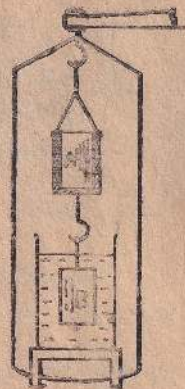
அ. இ. செ தொகுதியில் நீரின் $w = 62.5$ இரூ./கன அடி ஆனதால், $\rho = S \times 62.5$ ஆகும்.

ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தியை அல்லது தன்வீர்ப்பைத் துணைதல்

ஒரு திரவத்தின் தன்வீர்ப்பை அல்லது அடர்த்தியை தன்வீர்ப்புப் போத்தலொன்றை உபயோகித்துத் திருத்தமாகத் துணையலாம். தன்வீர்ப்புப் போத்தல் நுண்ணிய துவாரத்தையுடைய இறுக்கமாகப் பொருந்தும் கண்ணாடித்தக்கையைக் கொண்டுள்ளது. இதனால் தன்வீர்ப்புப் போத்தலை அதன் கனவளவுள்ள திரவத்தால் மிகத் திருத்தமான அளவிற்கு நிரப்பிக்கொள்ளலாம். நிரப்பும் பொழுது வழியும் மிகுதியான திரவம் துடைக்கப்படும். திரவத்தின்

பரிசோதனைவாயிலாக வாய்ப்புப்பார்த்தல்

ஆக்கியமிசின் தத்துவத்தை வாய்ப்புப் பார்ப்பதற்கு பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படும் உபகரணம் படம் 69 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வுபகரணம் A, B எனவும் இரு உருளைகளைக் கொண்டுள்ளது. A உட்குழிவானதும் B திண்மமானதும் அத்துடன் B மடமடமாக A இன் உட்குழிவை நிரப்பத்தக்கதாகவும் அமையும். B ஆனது A இனுள்ளிருக்க ஒரு தராசின் கொழுக்கியில் தொங்கவிடப்பட்டு தராசு சமநிலைப்படுத்தப்படும். பின்பு B அதனுள்ளிருந்து அகற்றப்பட்டு A இன் அடியிலுள்ள கொழுக்கியில் தொங்கவிடப்பட்டு முகவை நீருள் அமிழ்த்தப்பட்டிருக்கும். அப்பொழுது தராசின் சமநிலை குழப்பப்படும். ஆயி



படம் 69

னும் A இன் உட்குழிவு முற்றாக நீரால் நிரப்பப்படும்பொழுது மீண்டும் தராசு சமநிலைக்குக் கொண்டுவரப்படும். இப் பரிசோதனை B முற்றாக அமிழ்த்திருக்கும் பொழுது அனுபவிக்கும் மேலுக்கைப்பு அது இடம்பெயர்க்கும் நீரின் நிறைக்குச் சமமென்பதைக் காட்டுகின்றது.

மிதத்தல் தத்துவம்

ஓய்விருக்கும் திரவத்தில் பகுதியாக அமிழ்த்தப்படும் பொருளின் மீது திரவத்தினால் ஏற்படும் விசைகளின் விளையுள் பொருளின் நிறையைச் சமப்படுத்தின் அப்பொருள் மிதக்கும். ஆனால் இவ் விசைகளின் விளையுள் இடம்பெயர்க்கப்பட்ட திரவத்தின் நிறைக்குச் சமமென முன்பு அறிந்துள்ளோம். ஆகவே ஒரு பொருள் மிதப்பின் அதன் நிறை இடம்பெயர்க்கப்பட்ட திரவத்தின் நிறைக்குச் சமம்.

ஆக்கியமிசின் தத்துவத்தைப் பிரயோகித்து பொருள்களின் அடர்த்தியைத் துணிதல்

1. திண்மம்: பித்தளை அல்லது இருப்பு போன்ற திண்மத்தை முதல் வளியில் நிறுக்க (m_1 கி). பின்பு நீரில் நிறுக்க (m_2 கி). அப்பொழுது,

$$\text{மேலுக்கைப்பு} = m_1 - m_2 = \text{இடம்பெயர்ந்த நீரின் நிறை}$$

$$\text{க. திண்மத்தின் தன்ணிப்பு} = \frac{m_1}{m_1 - m_2}$$

$$\therefore \text{திண்மத்தின் அடர்த்தி} = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \text{ கிராம்/க.ச.மீ.}$$

2. செப்பு சல்பேற்றின் அடர்த்தி: திண்மம் நீரில் கரையின் அது கரையாத திரவத்தில் உதாரணமாக பரபின் எண்ணெய்க்கப் பரி சோதனை செய்தல் வேண்டும்.

செப்புசல்பேற்றுத் துண்டொன்றை வளியில் நிறுக்க (m_1 கி). பின்பு அதனை பரபின் எண்ணெயில் நிறுக்க (m_2 கி). அப்பொழுது திரவத்தினால் மேலுதைப்பு = $m_1 - m_2 = V\rho$ இங்கு ρ திரவத்தின் அடர்த்தியும் V அதன் கனவளவுமாகும்.

$$\therefore V = \frac{m_1 - m_2}{\rho}$$

செப்புசல்பேற்றின் அடர்த்தி = $\frac{m_1}{V} = \frac{m_1 \rho}{m_1 - m_2}$ கி/க.சமீ
திரவத்தின் அடர்த்தி (ρ) தெரியாவிடில் தன்னீர்ப்புப் போத்த லைப் பிரயோகித்துக் காணல் வேண்டும்.

தக்கையின் அடர்த்தி

தக்கை போன்ற நீரில் மிதக்கும் பொருள்களின் அடர்த்தியை ஆழி யொன்றைப் பிரயோகித்து வருமாறு காணலாம். வளியில் தக் கையின் திறையைக் காண்க (m_1 கி). தக்கை வளியிலும் ஆழி நீரி லும் அமிழ்த்திருக்க இரண்டையும் ஒன்றுடன் தொடுத்து அவற் றின் திறை m_2 கிராமைக் காண்க. பின்பு இரண்டும் நீரில் அமிழ்த் திருக்க திறை m_3 கிராமைக் காண்க.

வளியில் தக்கையின் திறை = m_1 கிராம்

தக்கையின்மீது மேலுதைப்பு = $m_2 - m_3$ கிராம்

$$\therefore \text{தன்னீர்ப்பு} = \frac{m_1}{m_2 - m_3}$$

$$\therefore \text{தக்கையின் அடர்த்தி} = \frac{m_1}{m_2 - m_3} \text{ கிராம்/க.சமீ}$$

திரவத்தின் அடர்த்தி

திரவத்தில் கரையாத திண்மமொன்றை வளியில் நிறுக்க (m_1 கி). பின்பு முற்றாக திரவத்தில் அமிழ்த்திருக்க நிறுக்க (m_2 கி). அடுத்து நீரில் முற்றாக அமிழ்த்திருக்க நிறுக்க (m_3 கி):

திரவத்தில் மேலுதைப்பு = $m_1 - m_2$

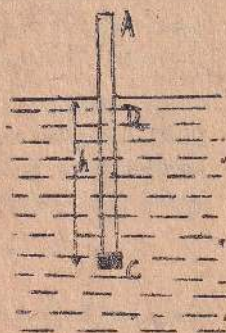
நீரில் மேலுதைப்பு = $m_1 - m_3$

திரவத்தின் தன்னீர்ப்பு = $\frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3}$

$$\therefore \text{திரவத்தின் அடர்த்தி} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \text{ கி./க.சமீ}$$

மாழுநிறை எவிய நீரமணி

நீரமணி திரவமொன்றின் தன்னீர்ப்பை அல்லது அடர்த்தியை அளப்பதற்கு ஒரு கருவியாகும். பாலினதும் மதசாரங்களினதும் சேமிப்புக்கல அமிலங்களினதும் தன்னீர்ப்புகளை அளக்க இக்கருவி மிகவும் பயன்படுகின்றது. ஒரு சமையேற்றப்பட்ட சோதனைக் குழாய் அல்லது அடியில் ஈயத்தண்டு பொருத்தப்பட்ட சீரான வெட்டுமுகப்பையுடைய குறித்த நீளமுடைய கோல் போன்றவற்றை நீரமானியாகத் தொழிற்படுத்தலாம். படம் 70 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடியில் ஈயத்தண்டு பொருத்தப்பட்ட AC என்னும் சீரான மரக்கோல். இது நீரில் நிலைக்குத்தாக மிதக்கும்பொழுது கோலின் அமிழ்ந்த பாகத்தின் நீளம் h எனின,



படம் 70

கோலின் மேலுதைப்பு = இடம் பெயர்க்கப்பட்ட திரவத்தின் நிறை

$$= ha\rho$$

(a = வெட்டுமுகப்பரப்பு
(ρ = திரவத்தின் அடர்த்தி)

$$\therefore ha\rho = W$$

(W = கோலின் நிறை)

$$\therefore \rho = \frac{W}{ha}$$

$$\therefore \rho \propto \frac{1}{h}$$

இங்கு $\rho \propto \frac{1}{h}$ ஆகையால் கோலின் அமிழ்ந்த நீளம் h இவ்விரவத்தின் அடர்த்தியைக் குறித்துவிடலாம். இவ்விதம் கோலின் நீளத்தின் வழியே மற்றும் திரவங்களில் அமிழ்த்தி அமிழ்ந்த நீளங்களைக்கெதிரே அவ்வவ் திரவங்களின் அடர்த்திகளைக் குறிக்கலாம்.



படம் 71

செய்முறை நீரமணி

செய்முறையில் ஒரு நீரமணி ஒடுங்கிய சீரான தண்டையும் அதன்கீழ் ஓர் அகலமான குமிழையுங் கொண்டுள்ளது. இதன் அடியில் ஏதாவது பாரமான பொருள் அல்லது ஈயக்கண்ணங்கள் சேர்க்கப்படும். அதனால் நீரமணி நிலைக்குத்தாக திரவத்தின்

மிதக்கும். நீரமானியின் மொத்தக் கனவளவு V ஆகவும் தண்டின் வெட்டுமுகப்பு a ஆகவும் இருக்கும்பொழுது P என்னும் அடர்த்தி யுடைய திரவத்தில் நீரமானி அதன் தண்டின் y என்னும் நீளம் திரவத்துக்கு மேல் இருக்க மிதப்பின்,

இடம்பெயர்க்கப்பட்ட திரவத்தின் கனவளவு = $V - ay$
ஆக்கிமிடசின் தத்துவத்தின்படி

$$(V - ay)P = W \quad (W = \text{நீரமானியின் நிறை})$$

$$\therefore V - ay = \frac{W}{P}$$

$$\therefore ay = V - \frac{W}{P}$$

$$\therefore y = \frac{V}{a} - \frac{W}{a} \cdot \frac{1}{P}$$

ஒரு நீரமானிக்கு $\frac{V}{a} - \frac{W}{a}$ என்பன மாறிவிசனானதால் y உம்

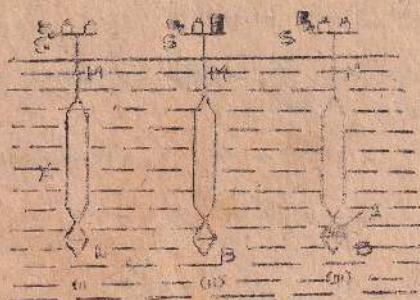
$\frac{1}{P}$ வும் நேர்த் தொடுப்புடையனவாக இருக்கின்றன. அடர்த்திகளை தண்டில் அளவிடு செய்யவேண்டின் நீரமானி இரு தெரிந்த அடர்த்தி களையுடைய திரவங்களில் அமிழ்த்தப்பட்டு y இன் நீளங்கள் அளக் கப்படும். பின்பு y க்கும் $\frac{1}{P}$ வுக்குமிடையே வரைபொன்று இரு புள் ளிகளையும் இணைத்து அமைக்கப்படும். இது ஒரு நேர்கோடாக அமையும். இவ் வரைபிலிருந்து ஏதாவதொரு நீளம் y க்கு அதற் கான $\frac{1}{P}$ இன் பெறுமானம் வாசிக்கப்பட்டு தண்டில் அடர்த்திகள் குறிக்கப்படும்.

பொதுவாக நீரமானிகள் மிதக்கும் பொழுது மேற்பரப்பிலு விசை செயற்படுவதால் கீழ்முகமாக இழுக்கப்படுகின்றன. இதனால் வழு ஏற்பட தேரிடுகின்றது, எனவே அடர்த்தி தணிதலுக்கு தன் னீர்ப்புப் போத்தல் முறை நீரமானி முறையிலும் சிறந்ததாகும்.

விக்கல்சனின் நீரமானி (மாறாக்கனவளவு நீரமானி)

இத் நீரமானி நிக்கல்சன் என்பவரால் அமைக்கப்பட்டது. இது X என்னும் உட்குழிவான உலோக உருளையையும், B என்னும் கூம்புப் பெட்டியையும் M என்னும் மெல்லிய தண்டையும், S என் னும் அளவுத் தட்டையும் கொண்டுள்ளது. நீரமானி திரவத்தில்

வைக்கப்பட்டு தண்டில் இடப்பட்ட ஒரு குறிவரை தட்டில் நிறைகள் வைப்பதன் மூலம் அமிழ்த்தப்படும். இக் குறிவரை இது எப்



படம் 72

பொழுதும் அமிழ்த்தப்படுவதால் இது மாறுக்கணவளவு நீரமானி எனப்படும்.

தின்மத்தின் தன்னீர்ப்பைத் துணிதல்

படம் 72 (i) இல் காட்டியவாறு அளவுத் தட்டில் நிறைகள் (m_1) நீரமானி நிலைத்த குறிக்கு அமிழும்வரை இடப்படும். இந் நிறைகள் அகற்றப்பட்டபின் அளவுத்தட்டில் தன்னீர்ப்புத் துணியப்படும் பொருள் A வைக்கப்படும் படம் 72 (ii). பின்பு மேலதிக நிறைகள் (m_2) நிலைத்த குறிக்கு நீரமானி அமிழும்வரை அளவுத் தட்டில் இடப்படும். ($m_1 - m_2$) பொருளின் நிறையைத்தரும். அடுத்து படம் 72 (iii) இல் காட்டியவாறு பொருள் A கீழ்ப் பெட்டிக்குள் வைக்கப்பட்டு நிறைகள் (m_3) நிலைத்த குறிக்கு நீரமானி அமிழும்வரை இடப்படும். ($m_3 - m_2$) மேலுதைப்பு அல்லது A இனால் இடம்பெயர்க்கப்பட்ட நீரின் நிறையைத் தரும்.

$$\therefore A \text{ இன் தன்னீர்ப்பு} = \frac{m_1 - m_2}{m_3 - m_2}$$

A நீரில் மிதக்குமாயின் B க்குள் வைக்கும்பொழுது அதனைக் கட்டிப் பரிசோதனையை முன்போல் செய்தல் வேண்டும்.

திரவத்தின் தன்னீர்ப்பைத் துணிதல்

முதல் நீரில் நிலைத்த குறிவரை நீரமானி அமிழ்வதற்கு அளவுத்தட்டில் இடவேண்டிய நிறை m_1 ஐக் காண்க. பின்பு தன்னீர்ப்புக் காணப்போகும் திரவத்தில் நீரமானியை வைத்து நிலைத்த குறிவரை நீரமானி அமிழ்வதற்கு அளவுத்தட்டில் இடவேண்டிய நிறை m_2 வைக் காண்க. இறுதியாக நீரமானியின் நிறை m ஐக் காண்க.

$$\begin{aligned} \text{நீரில் நீரமானியின் மீது மேலுதைப்பு} &= m + m_1 \\ \text{திரவத்தில்} &= m + m_2 \\ \therefore \text{திரவத்தின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{m + m_2}{m + m_1} \end{aligned}$$

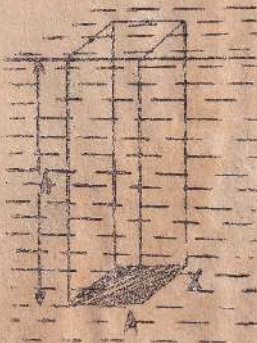
இங்கும் திரவத்தின் மேற்பரப்பிழுவிசை நீரமானியின் செம்மையைக் குறைக்கின்றது.

திரவத்தில் அழுக்கம்

திரவத்தினால் ஓர் இடத்தில் ஒரு பரப்புவகில் செயற்படும் விசை அவ்விடத்திலுள்ள அழுக்கம் எனப்படும்.

$$\therefore \text{அழுக்கம்} = \frac{\text{விசை}}{\text{பரப்பு}} = \frac{F}{A}$$

அழுக்கம் ஆழத்துடன் அதிகரிக்கின்றது. அத்துடன் திரவத்தில் ஓர் இடத்தில் எல்லாத் திசைகளிலும் சமமாகச் செயற்படுகின்றது.



P என்னும் அழுக்கத்துக்கு ஒரு கோணையை பெறவேண்டுமாயின், h என்னும் ஆழத்தில் இருக்கும் A என்ற பரப்புடைய X என்னும் கிடை யான தட்டைக் கருத்திற் கொள்க. படம் 73 இல் காட்டியவாறு X இன் பரீதிக்கடாக நிலைக்குத்துக் கோடுகளைக் கீறிக். அப்பொழுது X இன் மீது ஏற்படும் விசையானது இந் நிலைக்குத்துக் கோடுகளுக்கும் திரவத்தின் மேற்பரப்புக்கும் தட்டு X இற்கு முள்ளே உள்ள திரவத்தின் நிறையினால் தரப்படும்.

படம் 73

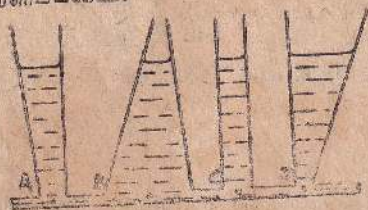
அதாவது

$$\begin{aligned} \text{விசை } F &= \text{திரவத்தின் நிறை} \\ &= Ah \times \rho \times g \quad \text{தைன்கள்} \end{aligned}$$

இங்கு ρ திரவத்தின் அடர்த்தி கிராம் / க.சமீ. இல், h கமீ. இல் ρ க.சமீ. இல் இருக்கின்றன.

$$\begin{aligned} \therefore X \text{ இல் அழுக்கம் } P &= \frac{\text{விசை}}{\text{பரப்பு}} = \frac{Ah\rho g}{A} \\ &= h\rho g \end{aligned}$$

இச் சூத்திரத்திலிருந்து ஒரு திரவத்தில் ஒரு கிடை யான மட்டத்திலுள்ள எல்லாப் புள்ளிகளிலும் அழுக்கம் சமம் என்பதும் வெளிப்படடை.



படம் 74

இதனைப் பரிசோதனை வாயிலாக படம் 74 இல் காட்டியவாறு காரணமுடிகின்றது ABCD கிடையாக இருப்பின் பாத்திரத்தை நிரப்பும் திரவம் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஒரே உயரத்துக்கே ஈழும்.

திரவத்தின் அடர்த்தியை ρ க் குழாய் முறையால் துணிதல்



படம் 75

நீரினால் ஒரு பகுதிவரை நிரப்பப்பட்ட Uக் குழாயைக் கருத்திற் கொள்க. இவ்வண்ணையை இடப்புயத்தில் B என்னும் மட்டத்துக்கு வரும்வரை ஊற்றுக. இம் மட்டத்தின் உயரத்தைப் பிரிக்கும் பரப்பு A இலிருந்து h_1 என்க. வலப்புயத்திலுள்ள நீரின் மட்டமானது Dஐ அடையும், Dஇன் உயரத்தை பிரிக்கும் பரப்பிலிருந்து h_2 என்க. (படம் 75).

A உம் C உம் ஒரேமட்டத்தில் இருப்பதால் A இல் அழுக்கம் = C இல் அழுக்கம்

$$\therefore H + h_1 \rho g = H + h_2 \rho g$$

இங்கு H வளிமண்டல அழுக்கமாகும்.

$$\therefore h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2$$

$$\therefore \rho_1 = \frac{h_2}{h_1} \cdot \rho_2$$

ஆனால் $\rho_2 = 1$ திராம்/க.சமீ. எனவே h_2 வும் h_1 வும் தெரியின் ρ_1 துணியப்படும். இவ்விதம் வெவ்வேறு உயரங்களுக்கு பரிசோதனை செய்யப்பட்டு h_2 ஐ Y அச்சிலும் h_1 ஐ X அச்சிலும் குறித்து வரைபு கிறப்படின் அது உற்பத்தித்தானத்தினூடு செல்லும் நேர்கோடாக அமையும். வரைபின் சாய்வு வீதம் எண்ணெயின் அடர்த்தி ρ_1 ஐத் தரும். நீரிலும் அடர்த்திகடைய திரவங்களுக்கு நீருக்குப் பதிலாக இரசத்தைப் பாவிக்கலாம்.

எயரினாக்கருவி முறை

இம் முறை ஒன்றுடனொன்று கலக்கும் இரு திரவங்களுக்கு உகந்ததாகும். B, C என்னும் முகவைகளில் திரவங்கள் விடப்படும்

(படம் 76). A என்னும் குழாய்க்கூடாக உறிஞ்சும்பொழுது திரவங்கள் புயங்களில் எழும். இவ்வாறு வேண்டிய உயரங்களுக்குப் புயங்களில் திரவங்களை எழுச்செய்யலாம். முகவைகளிலுள்ள திரவ மேற்பரப்புக்களுக்கு மேல் புயங்களிலுள்ள திரவமட்டங்களின் உயரங்கள் h_1, h_2 ஆகவும், அடர்த்திகள் ρ_1, ρ_2 ஆகவும், வளிமண்டல அழுக்கம் H ஆகவுமிருப்பின்,

$$\text{இடப்புயத்துக்கு } H = h_1 \rho_1 g$$

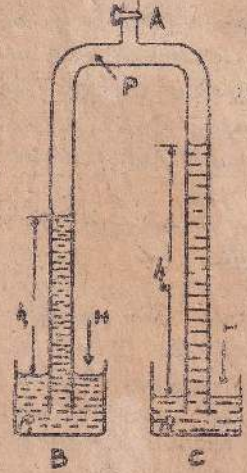
$$\text{வலப்புயத்துக்கு } H = h_2 \rho_2 g$$

$$\therefore h_1 \rho_1 g = h_2 \rho_2 g$$

$$h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2$$

$$\therefore \rho_1 = \frac{h_2}{h_1} \rho_2$$

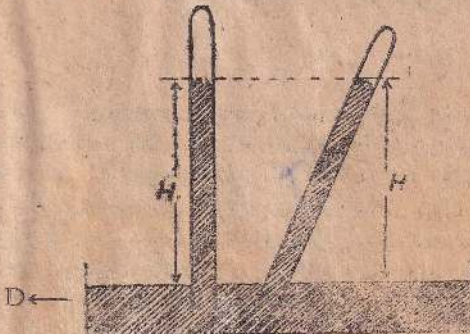
ρ_2 தெரியின் ρ_1 துணியப்படும்.



படம் 76

மேலும் h_2 ஐ Y அச்சிலும் h_1 ஐ X அச்சிலும் கொண்டு வரைபு கீறப்படின் அது உற்பத்தித்தானத்தினூடு செல்லும் நோக்கோடான அமையும். வரைபின் சாய்வுவீதம் $\frac{h_2}{h_1}$ ஐத் தரும். அதாவது, அடர்த்திகளின் ஒப்பீட்டைத் தரும். ρ_2 நீரின் அடர்த்தியாயின் சாய்வுவீதம் திரவத்தின் அடர்த்தியைத் தரும்.

வளிமண்டல அழுக்கம்



படம் 77

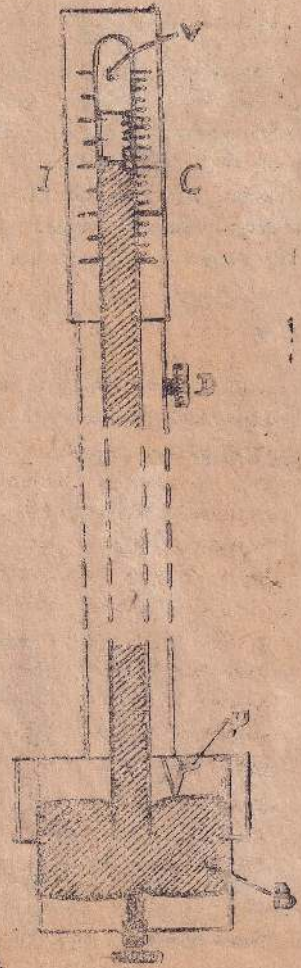
வளிமண்டல அழுக்கத்தை முதன் முதல் அளவிடு செய்தவர் கலிலியோ ஆவர். அவர் ஓர் ஆழமான கிணற்றில் வைக்கப்பட்ட ஒரு குழாயிலெழுந்த நீர்நிரலின் உயரத்தைக் கொண்டு வளிமண்டல அழுக்கத்தை மட்டிட்டார். ஆகிலும் தொறிசெல்லி என்பார் 1640 ம் ஆண்டில் நீர்நிரலுக்குப் பதிலாக குறுகிய நிரலைப் பெறுதற்கு இரசம் உகந்ததென என்று அறிந்து, அதனை வளிமண்டல அழுக்கத்தைக் காண்பதற்கு உபயோகித்தார்.

இவர் ஒரு மீற்றர் நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழாயை முற்றாக இரசத்தால் நிரப்பி D என்னும் இரசத்தைக் கொண்ட பாத்திரத்தினுள் தலைகீழாகக் கவிழ்த்தார். அப்பொழுது வளி குழாய்க்குள் புகாதவாறு கவனிக்கப்பட்டது. கவிழ்க்கப்பட்ட நிலையில் குழாயில் இரசம் மட்டம் A வரை நின்றது. இதற்குமேலுள்ள குழாயின் வெளி வெற்றிடமாக இருந்தது. D இலுள்ள திரவமேற்பரப்பில் அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கம் ஆனதாலும் அத்துடன் அழுக்கம் திரவமொன்றினூடு செலுத்தப்படுவதாலும் வளிமண்டல அழுக்கம் குழாய்க்குள் D இன் மேற்பரப்புக்கு மேலிருக்கும் இரசநிரல் H ஐத் தாங்குகின்றது குழாயைச் சரித்தாலும் B இலுள்ள இரசமட்டத்தின் நிலைக்குத்து உயரம் H ஆகக் காணப்பட்டது. இப்பொழுது H உயரமுள்ள இரசநிரலின் அடியில் ஒரு புள்ளியில், அழுக்கம் $P = H \rho g$ தைக்க. H இன் உயரம் 76 சமீ. ஆகக் காணப்பட்டது. எனவே வளிமண்டல அழுக்கம் = $76 \times 13.6 \times 981$ தைக்கள் ஆகும். இவ்வழுக்கம் நியம அழுக்கம் அல்லது ஒரு வளிமண்டலம் எனப்படும், அத்துடன் நியம வெப்பநிலையும் அழுக்கமும் (நி. வெ. அ.) 0°C உய் 76 சமீ. இரசமுமாகும். பார் என்பது 1 வளிமண்டலத்தைக் குறிக்கும் ஒரு பதம். இது 1 சதுர சமீ. க்கு 10⁵ தைக்கள் அழுக்கத்தைப் பிரயோகிக்கும்.

போட்டினின் பாரமானி

பாரமானி வளிமண்டல அழுக்கத்தை அளக்கும் ஒரு கருவியாகும். காலநிலைகளினது வளிமண்டல அழுக்கத்தை மிகத்திருத்தமாக அளப்பதற்கு சிறந்த பாரமானி போட்டினினால் அமைக்கப்பட்ட பாரமானியாகும். இது அடிப்படையாக இரசத்தையும் உச்சியில் வெற்றிடத்தையும் கொண்ட ஒரு பாரமானிக் குழாயாகும். இது படம் 78 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. குழாயின் ஒரு முனையானது B என்னும் கழுவதோலால் ஆக்கப்பட்ட உறையினில் உள்ள இரசத்தின் தாழ்த்தப்பட்டுள்ளது. பாரமானியின் மேற்பகுதியில் சதம மீற்றரிலும் (C) அங்குலத்திலும் (1) அளவிடு செய்யப்பட்ட பித்தலை அளவுத திட்டமொன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. P என்பது

யானைத் தந்தத்தினால் ஆக்கப்பட்ட பன்னின் உச்சியாகும். இதன் உச்சி அளவுத் திட்டத்தின் பூச்சியத்தைக் குறிக்கின்றது. ஆகவே அழுக்கத்தின் அளவிடு செய்யமுன் B இலுள்ள இரச மட்டமானது P இன் உச்சியைத் தொடும்வரை S என்னும் திருகினால் சரிசெய்யப்படும். V என்பது ஒரு வேணியர் அளவுத்திட்டம். இதன் அடி குழாயிலுள்ள இரசத்தின் மேற் பரப்பைத் தொடும்வரை D என்னும் திருகினால் சரிசெய்யப்படும். பின்பு அளவுத்திட்டங்கள் C இலும் அல்லது I இலும் V இலுமிருந்து வளிமண்டல அழுக்கம் வாசிக்கப்படும். காவநிலை யுடன் பாரமானி உயரமும் மாலும்.



படம் 78

அகலக்கோட்டிலுள்ள புவி

பாரமானியின் உயரத்துக்குத் "திருத்தம்"

பாரமானியில் வாசிக்கப்படும் அழுக்கம் பெரும்பாலும் ஒப்பிடு நோக்குக்காக $0^{\circ}C$ க்கும் கடல்மட்டத்தில் 45° அகலக் கோட்டுக்கும் குறைக்கப்படும். அவ்வாறு குறைக்கப்படும் அழுக்கம் H_0 சமீ. எனவும் அவதானிக்கப்பட்ட அழுக்கம் h C இல் H_1 எனவும் இருப்பின் அழுக்கம் = $h\rho g$ ஆனதால் $H_0 \rho_0 g = H_1 \rho_1 g$

என்பது 45° அகலக் கோட்டில் கடல் மட்டத்திலுள்ள புவி யீர்ப்பு ஆர்முடுகலாகும். g' என்பது பாரமானி உபயோகிக்கப்படும் இடத்தின் யீர்ப்பு ஆர்முடுகலாகும்

$$\therefore H_0 = H_1 \times \frac{\rho_1}{\rho_0} \times \frac{g'}{g}$$

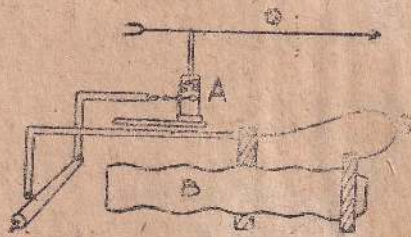
$\frac{g'}{g}$ இன் பெறுமானம் நி யம அட்டவணைகளிலிருந்து பெற்றுக் கொள்ளப்படும். $\frac{\rho_1}{\rho_0}$ என்னும் அடர்த்திகளின் விகிதம்

$\frac{1}{1 + \gamma t}$ இலிருந்து பெறப்படும். இங்கு γ இரசத்தின் உண்மை விரிவுக்குணகமாகும். மேலும் பித்தளை அளவுத்திட்டத்தில் அவதானித்த H_t என்னும் வாசிப்புக்கும் பித்தளை வெப்பநிலையுடன் அதிசரிப்பதால், திருத்தம் செய்யவேண்டி இருக்கின்றது. அளவுத்திட்டம் 0°C இல் சரியாக அளவிடு செய்யப்பட்டிருப்பின், $t^\circ\text{C}$ இல் அதன் நீளம் $= H_t (1 + \alpha \cdot t)$. இங்கு α பித்தளையின் நீட்டல் கிரிவுக்குணகம் ஆகும். ஆகவே இறுதியாகத் திருத்தப்பட்ட உயரம் H_0 வருமாறு தரப்படும்.

$$\text{அதாவது } H_0 = H_t \cdot \frac{(1 + \alpha \cdot t)}{1 + \gamma t} \cdot \frac{g'}{g}$$

இத்துடன் மேலும் வாசிப்பைச் செய்மைப்படுத்தின் இரசத்தின் மேற்பரப்பிலுண்டாகும் திருத்தம் செய்ய வேண்டும்.

இரவமில் பாரமானி

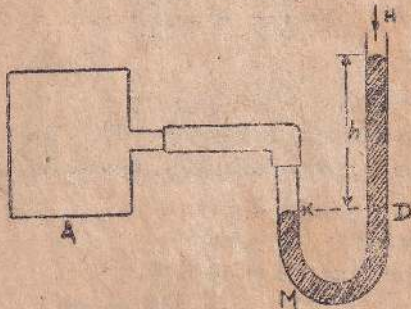


படம் 79

இப் பாரமானியில் ஒருவித திரவமும் உபயோகிக்கப்படுவதில்லை. இது B என்னும் மேடுபள்ள உலோகப் பெட்டியைக் கொண்டுள்ளது. அத்துடன் பெட்டியிலுள்ள வளி ஏறத்தாழ முழு வதும் அகற்றப்பட்டுள்ளது. பெட்டி விழாதவாறு அதன் உச்சியானது S என்னும் வில்லுக்குப் படம் 79 இல் காட்டியவாறு தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. வளிமண்டல அழுக்கம் மாறும்பொழுது பெட்டியின் அடியும் நுனியும் உள்நோக்கி அல்லது வெளிநோக்கி அசையும். ஒரு சிறு அசைவு, தொடுக்கப்பட்ட நெம்புகளின் தொகுதியொன்றால் பெரிதாக்கப்படுகின்றது. இத்தொகுதி தண்டு A இனைச் சுற்றியுள்ள சுங்கிலியை இழுக்கும். அப்பொழுது Q என்னும் காட்டி ஓர் அளவுத்திட்டத்தின்மீது சுழலும். அளவுத்திட்டம் படம் 79 இல் காட்டப்படவில்லை. அளவுத்திட்டம் சதமீற்றர் இரசத்தில் அளவிடு செய்யப்பட்டுள்ளது.

ஒவ்வொரு 1000 அடி உயர்ச்சியின் போதும் வளிமண்டல அழுக்கம் ஏறத்தாழ 1 சமீ. இரசத்தால் குன்றும். ஆகவே திரவத்தில் பாரமணி ஆகாய விமானங்களின் உயரமானியாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. மலை ஏறிகளாலும் இது உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

வாயுவின் அழுக்கம்



(ii)

படம் 80

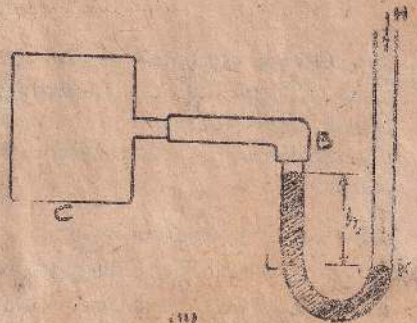
ஒரு வாயுவின் அழுக்கத்தை நீர் அல்லது இரசத்தைக் கொண்ட பக் குழாயொன்றுக்குத் தொடுப்பதன் மூலம் அளவீடு செய்யலாம். (படம் 80 i). M என்னும் அழுக்கமானியிலுள்ள இரு புயங்களிலுமுள்ள திரவமட்டங்களின் வித்தியாசம் படம் 80(i) இல்

காட்டியவாறு h எனின் வாயுவின் அழுக்கம், $P = H + h\rho g$ ஆகும். இங்கு H வளிமண்டல அழுக்கமாகும். படம் 80 (ii) இல் காட்டியவாறு இரு புயங்களிலுமுள்ள திரவமட்டங்களிருப்பின் வாயுவின் அழுக்கம்,

$$P = H - h_1\rho g$$

படம் 80 (i) இல் வாயுவின் அழுக்கம் வளிமண்டல

அழுக்கத்திலும் பெரிதாகும். படம் 80 (ii) இல் வாயுவின் அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்திலும் சிறிதாகும்.



(iii)

படம் 80

உதாரணங்கள்:

1. 100 க சமீ. கனவளவும் 588 கிராம் திணிவுமுடைய ஒரு கலப்பு உலோகம் இரும்பையும் அலுமினியத்தையும் கொண்டுள்ளது. இரும்பினதும் அலுமினியத்தினதும் தன்னீர்ப்புகள் முறையே 8 உம் 2.7 உம் ஆயின் கலப்பு உலோகத்தில் அவற்றின் விதிதங்கள் (i) கனவளவிலும் (ii) நிறையிலும் காண்க.

(i) இரும்பினது கனவளவு V எனின் அலுமினியத்தின் கனவளவு $100 - V$ ஆகும்.

$$\therefore 8V + 2.7(100 - V) = 588$$

$$8V + 270 - 2.7V = 588$$

$$5.3V = 318$$

$$V = \frac{318}{5.3} = \frac{3180}{53}$$

\therefore இரும்பின் கனவளவு = 60 க. சமீ.

எனவே அலுமினியத்தின் கனவளவு = 40 க. சமீ.

\therefore இரும்பின் கனவளவு : அலுமினியத்தின் கனவளவு = 3 : 2

(ii) \therefore இரும்பின் கனவளவு 60 க. சமீ.

\therefore அலுமினியத்தின் கனவளவு 40 க. சமீ.

இரும்பின் நிறை = $60 \times 8 = 480$ கிராம்

அலுமினியத்தின் நிறை = $40 \times 2.7 = 108$ கிராம்

இரும்பின் நிறை : அலுமினியத்தின் நிறை = $480 : 108$
= $40 : 9$

2. ஒரு பொது நீரமான் அதன் தண்டின் நீளத்தில் 2 சமீ. மேல்நிற்க நீரிலும், 20 சமீ. மேல்நிற்க 1:2 தன்னீர்ப்புள்ள திரவத்திலும் மிதக்கின்றது. 1:1 தன்னீர்ப்புள்ள திரவத்தில் இது மிதக்கும்பொழுது திரவத்தின் மேல் நிற்கும் தண்டின் நீளம் என்ன?

நீரின் அடர்த்தியை w என்க

பொது நீரமானியின் மொத்தக் கனவளவை V க. சமீ. என்க.

தண்டின் வெட்டுமுகப்பரப்பை a ச. சமீ. என்க.

பொது நீரமானியின் நிறையை W கிராம் என்க.

நீரில் அமிழ்ந்த பாகத்தின் கனவளவு = $V - 2a$

1:2 தன்னீர்ப்புள்ள திரவத்தில் அமிழ்ந்த பாகத்தின் கனவளவு = $V - 20a$

1:1 தன்னீர்ப்புள்ள திரவத்தில் l சமீ. திரவத்துக்குமேல் நிற்கின் நீரமானியின் அமிழ்ந்த பாகத்தின் கனவளவு = $V - la$

$$\text{எனவே } (V - 2a)w = W \quad \text{---(1)}$$

$$(V - 20a)1.2w = W \quad \text{---(2)}$$

$$(V - la)1.1w = W \quad \text{---(3)}$$

$$\begin{aligned} \text{மேலும் } V - 2a &= (V - 20a) 1.2 \\ V - 2a &= 1.2V - 24a \\ 0.2V &= 22a \\ V &= 110a \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{மேலும் } (V - 2a) w &= (V - 1a) 1.1 w \\ 108a &= (110 - 1) a \times 1.1 \\ 108 &= 121 - 1.1 l \\ \therefore 1.1 l &= 13 \\ l &= \frac{130}{11} = 11.8 \text{ சமீ.} \end{aligned}$$

3. 10 அவுன்சு நிறைவுள்ள ஒரு மெழுகு துண்டு நீரில் மட்டுமட்டாக அமிழ்வதற்கு தன்வீர்ப்பு 9 உள்ள ஓர் உலோகத்துண்டு மெழுகுடன் கமையேற்றப்பட்டது. உலோகத்துண்டின் நிறை 2.7 அவுன்சு ஆகும். மெழுகின் தன்வீர்ப்பைக் காண்க.

நீரின் அடர்த்தியை w என்க; மெழுகின் தன்வீர்ப்பை S என்க இடம்பெயர்க்கப்பட்ட நீரில் நிறை = பொருளின் நிறை

$$\begin{aligned} \left(\frac{10}{16S} + \frac{2.7}{16 \times 9} \right) w &= \frac{12.7}{16} \\ \left(\frac{10}{S} + \frac{2.7}{9} \right) w &= 12.7 \\ \frac{10}{S} + 0.3 &= 12.7 \\ \frac{10}{S} &= 12.4 \\ \therefore S &= \frac{10}{12.4} = 0.806 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{மெழுகின் தன்வீர்ப்பு} = 0.806$$

4. 20 சமீ. பக்கங்களையுடைய ஒரு கனவடிவத் தாங்கி 12 சமீ. ஆழத்துக்கு நீரைக் கொண்டுள்ளது. 0.8 தன்வீர்ப்புள்ள ஒரு கனவடிவ மரத்துண்டு நீரில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் பக்கங்கள் 10 சமீ. நீளமுடையன, தாங்கியின் அடியிலுள்ள ஒரு புள்ளியில் அழுக்க அதிகரிப்பு என்ன?

- இடம்பெயர்க்கப்பட்ட நீரின் நிறை = பொருளின் நிறை
 $= 10 \times 10 \times 10 \times 0.8 \times 1$
 $= 800$ கிராம்
 கனவளவு $= 800$ க. சமீ.
 தாங்கியின் பரப்பு $= 20 \times 20 = 400$ ச. சமீ.
 இடம்பெயர்க்கப்பட்ட நீரின் உயரம் $= \frac{800}{400} = 2$ சமீ.

4. அழுக்க அதிகரிப்பு 2 சமீ. உயர அதிகரிப்பினால் ஏற்பட்டுள்ளது
 \therefore அழுக்கத்தின் அதிகரிப்பு $= 2 \times 1 \times g$ ஐதன்கள்
 $= 2$ கிராம் நிறை / ச. சமீ.

வினாக்கள்

- பின்வரும் சிவதானிப்புக்களிலிருந்து (a) கண்ணாடியின் (b) மதுசாரத்தின் (c) செப்பு சல்பேற்றுப் பளிங்கின் தன்மீர்ப்புகளைக் காண்க.
 கண்ணாடியின் நிறை $= 13.11$ கிராம்
 நீரில் கண்ணாடியின் தோற்ற நிறை $= 7.73$ கிராம்
 மதுசாரத்தில் கண்ணாடியின் தோற்ற நிறை $= 8.63$ கிராம்
 செப்புச் சல்பேற்றுப் பளிங்கின் நிறை $= 8.01$ கிராம்
 மதுசாரத்தில் செப்புச்சல்பேற்றின் தோற்ற நிறை $= 4.99$ கிராம்
 [விடை: (a) 2.44 (b) 0.833 (c) 2.21]
- தராசின் கொழுக்கியில் தொங்கவிடப்பட்ட பரபின் மெழுகின் நிறை 3.72 கிராம். கண்ணாடி மெழுகுடன் தொங்கவிடப்பட்டு மெழுகு லையிலும் கண்ணாடி நீரிலும் தராசில் தொங்கும் பொழுது மொத்த நிறை 17.12 கிராமாகும். கண்ணாடியும் மெழுகும் முற்றாக அமிழ்த்தக்கவாறு தொங்கும் பொழுது தோற்ற மொத்த நிறை 10.62 கிராம் ஆகும். மெழுகின் சார்படர்த்தியையும் அதன் அடர்த்தியை சி. கி. / க. மீ. இலும் காண்க. [விடை: 0.88; 880 கி. கி / க. மீ.]
- ஆக்கிமிடசின் தத்தவத்தைக் கூறி இதனை ஒரு பிரயோகத்தின் தன்னீர்ப்பைக் காண்பதற்கு எவ்வாறு பிரயோகிக்கலாம் என்பதையும் விளக்குக.
 8.4 தன்னீர்ப்புடைய ஒரு பித்தளைத் துண்டு 0.92 தன்னீர்ப்புடைய மெழுகுடன் இலேசான இழையுடன் தொடுக்கப்பட்டு முழுத் தொகுதியும் 1.15 தன்னீர்ப்புடைய உப்புக்கரைசலினால்

அமிழ்த்தப்பட்டபொழுது முற்றாக அமிழ்ந்து மிதக்கக் காணப் பட்டது. மெழுகின் திணிவு 10 கிராமாயின் (a) பித்தளையின் திணிவு (b) இணைக்கும் இழையில் இழுவையையும் காண்க.

[விடை: (a) 2.9 கி. (b) 2.50 கிராம் நிறை]

4. வளியில் 49.35 கிராம் நிறுக்கும் ஒரு கல் நீரில் 28.35 கிராம் நிறுக்கக் காணப்பட்டது. 1.12 சார்படர்த்தியுடைய திரவத்தில் இதன் தோற்ற நிறையைக் காண்க. [விடை: 25.8 கி.]
5. ஆக்சிமிடசின் தத்துவத்தைக் கூறி ஒரு பரிசோதனை அல்லது அறிமுறை திருபணம் இதற்குத்தருக.

ஒரு தரப்பட்ட சோதனைக் குழாயின் நிறை 10 கிராம். அதன் விட்டம் 2 சமீ. யும் முழுநீளமும் 15 சமீ. யுமாகும். 0.7 தன் னீர்ப்புடைய திரவத்தில் சோதனைக்குழாய் நிலைக்குத்தாகவும் அதன் திறந்தமுனை நீரினது மேற்பரப்பின் மட்டத்துடனும் மிதக்கச் செய்வதற்கு அதற்குள் விடவேண்டிய இரசத்தின் நிறையைக் காண்க. சோதனைக் குழாய் உருளையும் அதன் ஒரு முனை அரைக்கோள வடிவில்தெளவும் கொள்க.

[விடை: 22.25 கிராம்]

6. ஒரு நீர்மானியின் கொள்கையையும் விபரங்களையும் விளக்குக. சீரான விட்டமுடைய தண்டையும் சுமையேற்றப்பட்ட குழியையும் கொண்ட ஒரு பொது நீர்மானியின் கனவளவு தண்டின் குறிக்கப்பட்ட அடையாளம் 1.00 வரை 25 க. சமீ. ஆகும். தண்டின் நீளம் அடையாளம் 1.00 க்கும் 0.90 க்கு மிடையே 10 சமீ. ஆகும். தண்டின் வெட்டுமுகப்பரப்பைக் காண்க. [விடை: 0.273 ச. சமீ.]

7. ஒரு பொது நீர்மானி நீரின் மேற்பரப்பிற்கு மேல் அதன் தண்டின் நீளத்தில் 5 சமீ. யும், 1.1 தன்னீர்ப்புடைய உப்புக்கரை சனின் மேற்பரப்பிற்குமேல் 9.5 சமீ. யும் நிற்க மிதக்கின்றது. நீர்மானி 1.15 தன்னீர்ப்புடைய திரவத்தில் மிதக்கும்பொழுது இதன் மேற்பரப்புக்கு மேல் நிற்கும் தண்டின் நீளத்தைக் கணிக்க. [விடை: 11.46 சமீ.]

8. சீரான வெட்டுமுகப்பரப்புடையதும் நேரானதுமான மரப் பலகை நீரின் மேற்பரப்பில் மிதக்கின்றது. பின்பு பலகையின் ஒரு முனையில் கட்டப்பட்ட இழையினால் அம்முனை நீரின் மேற்பரப்புக்கு மேல் உயர்த்தப்பட்டுள்ளது. ஏன் இழை நிலைக்குத் தாக இருக்கும்.

மரப்பலகையின் தன்னீர்ப்பு 0.75 ஆயின் (a) பலகை சாய்ந்த நிலையில் இருக்கும்பொழுது பலகையின் நீளத்தில் என்ன பின்

னம் அமிழ்த்திருக்கும் (b) பலகையின் நிறை சார்பாக இழையின் இழுவையையும் காண்க.

[விடை: (a) $\frac{1}{2}$ வாசி நீளம் (b) நிறையின் $\frac{1}{2}$ வாசி]

9. பொது நீரமானியையும் அதனை அளவிட்டு செய்யும் முறையையும் விவரிக்க.

பிரித்தெடுக்கத்தக்க சுமையொன்றை மேல்முனையில் காவும் பொது நீரமானி கடல் நீரின்குந்து நீரில் மாற்றிவைக்கப்பட்ட போது x சமீ. அமிழக் காணப்பட்டது. சுமை பிரிக்கப்பட்டதும் அது y சமீ. ஏறியது. கடல் நீருக்கு மாற்றப்பட்டதும், அது மேலும் z சமீ. ஏறியது. கடல் நீரின் தன்வீர்ப்பைக் காண்க.

[விடை: $\frac{y}{x+y+z}$]

10. நீரில் மிதக்கும் பொருளின் தன்வீர்ப்பை எவ்வாறு காணலாம் என்பதை விவரிக்க

3 சமீ. பக்கமுடைய மெழுகுக் கனக்குற்றியினுள் தன்வீர்ப்பு 8 உடைய ஓர் உலோகத்துண்டு பதித்துள்ளது. இது நீரில் முற்றாக அமிழ்ந்த நிலையில் மிதக்கின்றது. மெழுகின் தன்வீர்ப்பு 0.7 ஆகிய பதித்துள்ள உலோகத் துண்டின் திணிவைக் காண்க.

11. போட்டினின் பாரமானியின் தொழிற்பாட்டு முறையை தெளிவான வரிப்படத்துடன் விளக்குக. இக் கருவியைக் கொண்டு வளிமண்டல அழுக்கத்தைத் திருத்தமாக அளப்பதற்கு செய்ய வேண்டிய திருத்தங்களைக் கூறுக. ஆகாய விமானத்தில் உபயோகிக்கும் பாரமானி எது?

12. வளிமண்டல அழுக்கம் 10^6 தைன் / சமீ² ஆக விருக்கும்போது (a) இரசப் பாரமானிபொன்றினதும் (b) நீர்ப்பாரமானி யொன்றினதும் உயரத்தைக் காண்க. இரசத்தின் அடர்த்தி 13.6 கி. / க. சமீ. நீரின் நிரம்பல் ஆவி அழுக்கம் அறைவெப்ப நிலையில் 1.3 சமீ. இரசம்.

[விடை: (a) 74.96 சமீ. (b) 1000 சமீ.]

13. ஓர் உருகையான கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் அடித்தளம் 30) ச. சமீ.; இது 6 சமீ. ஆழத்துக்கு நீரைக் கொண்டுள்ளது. 10 சமீ. \times 6 சமீ. \times 5 சமீ. பரிமாணமுடைய அலுமினியக் குற்றி நீரில் முற்றாக அமிழ்த்திருக்கத்தக்கதாக தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. அப்பொழுது 2 சமீ. பக்கங்கள் நிலைக்குத்தாக இருந்தன. (a) அடித்தளத்தில் உருற்றப்படும் மேலதிக உதைப்பையும் (b) அடித்தளத்தில் மேலதிக அழுக்கத்தையும் காண்க.

[விடை: (a) 300 கிராம் நிறை

(b) 1 கிராம் நிறை / ச. சமீ.]

அலகு 1

பொறியியலும் சடப்பொருளின் இயல்புகளும்

மேற்பரப்பிழுவிசை

திரவங்கள் கொள்கலங்களில் கொள்ளப்படுவன. திறந்த கொள்கலங்களில் திரவங்கள் இருக்கும்பொழுது அல்லது கொள்கலங்களில் திரவங்கள் பகுதியாக நிரப்பப்பட்டிருக்கும் பொழுது, திரவங்களின் மேற்பரப்புக்களிலொன்று வளியுடன் தொட்டுக் கொண்டிருக்கின்றது. இம் மேற்பரப்பு சுயாதீன மேற்பரப்பு எனப்படும். இத்திரவ மேற்பரப்பினை ஆராயும்பொழுது, அது ஓர் சுர்க்கப்பட்ட மீள்தன்மையுள்ள சவ்வின் அல்லது இறப்பர்த் தாளிகைப் போன்றதாகும். ஆகவே ஒரு திரவமேற்பரப்பு எப்பொழுதும் இழிவு பரப்பினை அடையமுடியும் தன்மையுடையதாக இருக்கும். திரவ மேற்பரப்புக்களின் இத் தன்மைக்குப் பின்வரும் தோற்றப்பாடுகள் சான்று பகர்கின்றன.

1. ஒரு குறித்த கனவளவிற்கு, இழிவு மேற்பரப்பினையுடைய வடிவம், தேத்திர கணிதப்படி, ஒரு கோளமாவதால், சுர்ப்புவிசை புறக்கணிக்கப்படும். சிறிய திரவத்துளிகள் கோளவடிவம் உடையனவாகக் காணப்படும். உதாரணமாக விழும் மழைத்துளிகள், இலைகளில் படும் பனித்துளிகள், குழாயிலிருந்து சொட்டும் நீர்த்துளிகள் யாவும் கோளங்களாகவே இருக்கின்றன. இவற்றினைப் பின்வரும் தோற்றப்பாடுகள் விளக்குகின்றன.



படம்: 1

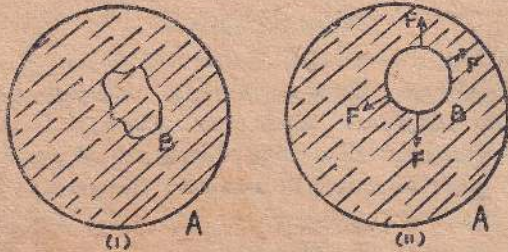
ஓலிவ் வெண்ணெயின் (olive oil) அடர்த்திக்குச் சமமான அடர்த்தியுடைய ஒரு கரைசலை மதுசாரத்தையும் நீரையும் கொண்டு தயாரிக்க. இக் கரைசலை ஓர் உருளைக்காடியில் இட்டு, அதனுள் ஒரு துளி ஓலிவ் வெண்ணெயை குழாயினால் இடுக. துளியானது படம் 1 இல் காட்டியவாறு ஒரு நிறைகோள வடிவம் அடையும். இங்கு கோளத்தின் நிறையானது கரைசலின் மேலுதைப்பினால் தாங்கப்படுவதால் சுர்ப்புவிசைவு தவிர்க்கப்படுகின்றது.

இவ்வினைவை நீக்குவதற்காகவே மேற்கூறியவாறு கரைசல் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது.

2. திரவப்படலம் கருக்க முயல்கின்ற தென்பதனை விளக்கும் தோற்றப்பாடு

ஒரு கம்பி வளையத்தை சவர்க்காரக் கரைசலினுள் தேய்த்து தெடுக்க. அப்பொழுது வளையத்தில் ஒரு சவர்க்காரப்படலம்

படர்ந்திருக்கக் காணப்படும். ஓர் சுரமாகிய பஞ்ச நூல் தடத்தை அப்படலத்தின்மீது இடுக. தடம் படம் 2 (i) இல்



படம் 2

காட்டியவாறு அங்குமிங்கும் வளைந்திருக்கும். நூல் தடத்தின் உட்பாகத்தில் உள்ள படலத்தை ஓர் ஊசியினால் குத்தி உடைத்துவிடுக. அப்பொழுது நூல் தடம் படம் 2 (ii) இல் காட்டியவாறான ஒரு வட்டவடிவம் அடைந்துள்ளதை அவதானிக்கலாம். ஒரு குறித்த சுற்றளவிற்கு உயர் பரப்பினை உடைய வடிவம் வட்டம் ஆவதால் தடத்தின் உட்பாகம் உயர்பரப்பினை அடைகிறது. ஆகவே வளையத்திலுள்ள எஞ்சிய சவர்க்காரப் படலம் இழி பரப்பினையுடையதாகிறது. இத்தோற்றப்பாடு படலத்தில் அதன் பரப்பினைக் குறைக்க முயலும் ஓர் இழுவிசை செயற்பட்ட வண்ணம் இருக்கிறதென்பதைக் காட்டுகின்றது.

3. ஓர் உலர்ந்த ஊசியை ஒற்றுத்தாளொன்றினில் வைத்து மெதுவாக நீரின் மேற்பரப்பில் வைக்க. சிறிது நேரத்தின்பின், ஒற்றுத்தாள் தாழ்வதையும், நீரிலும் ஏழு அல்லது எட்டு மடங்கு அடர்த்திகூடிய ஊசியிதப்பதையும் அவதானிக்கலாம். ஊசியின் அடிப்பாகத்துடன் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் நீர்ப்பரப்பு குழிவாக இருக்கும். ஊசி சமநிலையில் இருப்பதனால் இதன் நிறையைக் குழிவான நீர்ப்பரப்பினில் உள்ள ஒரு விசை தாங்குகின்றது என்பதனை இத் தோற்றப்பாடு காட்டுகின்றது.



படம்: 3 (a)

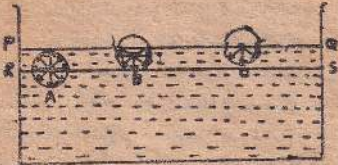
4. ஓர் ஒட்டக மயிர்த்துடைப்பம் நீரினுள் அமிழ்த்தப்பட்டிருக்கும் பொழுது மயிர்கள் சுரலிப்பாக இருந்தபோதும் விரிந்திருப்பதை அவதானிக்கலாம். நீரிலிருந்து வெளியே எடுத்த

வுடன் துடைப்பத்தின் மயிர்கள் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பதையும் அவதானிக்கலாம். இங்கு மயிர்களுக்கிடையிலுள்ள வெளிசையில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகள் ஒன்றையொன்று கவர்ந்து மேற்பரப்பைக் குறைக்கின்றன. அப்பொழுது மயிர்கள் ஒட்டிக்கொள்கின்றன.

மேற்கூறிய தோற்றப்பாடுகள் யாவும், ஒரு திரவத்தின் மேற்பரப்பில் ஓர் இழுவிசை அதன் பரப்பினை இழி பருமனுக்குச் சுருக்குகின்றன என்பதனை தெளிவுபடுத்துகின்றன. இவ்விசை மேற்பரப்பிழுவிசை அல்லது மேற்பரப்பிழுவிசை எனப்படும்.

மேற்பரப்பிழுவிசையை மூலக்கூற்றுக் கொள்கையினால் விளக்கல்

திரவமொன்றின் மூலக்கூறுகள் ஒன்றையொன்று கவர்கின்றன. ஒரே இன மூலக்கூறுகளுக்கிடையே நிகழும் இக்கவர்ச்சி பிணைவு எனப்படும். இது இரு மூலக்கூறுகளின் இடைத் தூரத்தில் தங்கியுள்ளதால், ஒரு குறித்த தூரத்திற்கப்பால் இப் பிணைவு புறக்கணிக்கத்தக்களவிற்குக் குன்றி அற்றுப் போகிறது. இரு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே பிணைவு நிகழக்கூடிய இவ் உயர் தூரம் மூலக்கூற்றுக் கவர்ச்சி வீச்சு எனப்படும். இதன் பருமன் 10^{-7} சமீ. வரிசையில் பொருளுக்குப்பொருள் வேறுபட்டிருக்கும்.



படம்: 3 (b)

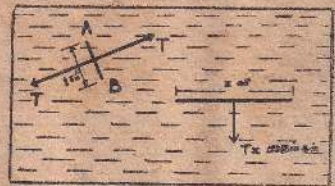
இப்பொழுது படம் 3 (b) இல் காட்டப்பட்டுள்ள A என்னும் ஒரு மூலக்கூற்றைக் கருத்திற் கொள்க. இதனை மையமாகவும் மூலக்கூற்றுக் கவர்ச்சி வீச்சை ஆரையாகவும் கொண்டு ஒரு கோளம் வரைக. இக்கோளத்தினில் இருக்கும் மூலக்கூறுகள் மட்டுமே A ஐக் கவரும். இக்கோளம் செல்வாக்கு மண்டலம் எனப்படும். இம் மண்டலத்திலுள்ள மூலக்கூறுகள் A ஐக் கவருவதால் அதனைத் தாக்கும் விளையுள் விசை பூச்சியமாகும். எனவே A திரவத்திலுள் சுதந்திரமாக இயங்க முடியும். இனி, B என்னும் மூலக்கூற்றை அவதானிக்க. அதன் செல்வாக்கு மண்டலத்தின் ஒரு பகுதி திரவ மேற்பரப்பிற்கு மேல் இருக்கின்றது. எனவே B ஐக் கீழ்முகமாகக் கவரும் கீழ் அரைக்கோளத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை மேல்முகமாகக் கவரும் மேல் அரைக்கோளத்திலுள்ள திரவ மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையிலும் உயர்வாக இருப்பதனால் B ஒரு கீழ்முகவிசையினால் கவரப்படும். அடுத்து, திரவமேற்பரப்பில் இருக்கும் C என்னும் மூலக்கூற்றைக் கருத்திற் கொள்க. இதன் செல்வாக்கு மண்டலத்தின் மேல் அரைக்கோளம் திரவ மேற்பரப்பிற்கு மேல் இருப்பதனால், C ஆனது

கீழ் அரைக்கோளத்தில் உள்ள மூலக்கூறுகளினால் மட்டுங்கீழ்முக்கமாகக் கவரப்படும். எனவே இவற்றின் விளையுள் விசை மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக C இனைத் திரவத்தினுள் இழுக்கும். PQ என்னும் சுயாதீன மேற்பரப்பிற்குச் சமாத்ரமாகவும் மூலக்கூற்றுக் கவர்ச்சி வீச்சுத் தூரத்துக்குச் சமனாகவும் இருக்க RS என்னும் தளம் கீறப்படின் அப்பொழுது PQ இற்கும் RB விற்கும் இடையேயுள்ள திரவப்படை மேற்பரப்புப் படலம் எனப்படும். எனவே இம் மேற்பரப்புப் படலத்திலுள்ள எல்லா மூலக்கூறுகளும் கீழ்முக்கமாக மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள பிணைவினால் இழுக்கப்படும். மூலக்கூறுகள் RS இனிந்து PQ விற்குச் செல்லும்பொழுது, இவ்விழவை அதிகரிக்கும்.

இவ் விழுவைக்கெதிராக திரவத்தின் மேற்பரப்பினை அடையும் மூலக்கூறுகள் வேலை செய்கின்றன. இவை செய்யும் வேலைகள் இவை மீது மேற்பரப்பை அடைந்ததும் நிலைப்பண்புச் சத்தியாகச் சேமிக்கப்படுகின்றன. இதனால் ஒரு திரவமேற்பரப்பு நிலைப்பண்புச்சத்தியுடையதாகிறது. இம் மேற்பரப்பு, அதன் நிலைப்பண்புச் சத்தியை பொறிமுறைச் சமநிலையில் இருக்கும் ஒரு தொகுதி இழி நிலைப்பண்புச்சத்தி அடைய முயலும் என்னும் கோட்பாட்டிற்கிசைய இழி பெறுமானத்தை அடையச் செய்யும். எனவே திரவமேற்பரப்பு தன் மீதுள்ள மூலக்கூறுகளின் நிலைப்பண்புச் சத்தியைக் குறைக்குமுகமாக சுருங்க முயலும். இதனாலேயேதான் திரவமேற்பரப்பொன்று ஓர் ஈர்க்கப்பட்ட மீள் தன்மையுள்ள சவ்வனை போன்றதெனக் கொள்ளப்படுகின்றது.

மேற்பரப்பிழுவிசை

திரவமொன்றின் சுயாதீன மேற்பரப்பின் AB என்னும் ஒரு நேர்கோடு வரைந்திருக்கிறதெனக் கொள்க(படம் 4). இக்கோட்டின் வழியேயுள்ள மேற்பரப்பின் மூலக்கூறுகளைக்கோட்டிற்கு இருடச்சுக்களிலுமுள்ள விசைகள் T சமமாகவும் எதிராகவும் தாக்குகின்றமையால், அவை சமநிலையிலிருக்கும் ஓர் ஈர்க்கப்பட்ட இழையிலுள்ள மூலக்கூறுகளைப் போல் இருக்கின்றன. கோட்டினைச் செங்குத்தாகத் தாக்கும் ஒரு பக்கத்து விசையை நோக்கினால் அது நீளத்திற்கு விகிதசமமாய் இருக்கிறதென்பது பரிசோதனை வாயிலாக அறியப்படுகின்றது. இதன் பொருட்டு மேற்பரப்பிழுவிசை பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.



படம் 4

திரவமேற்பரப்பொன்றின் மீது வரையப்பட்டுள்ள 1m நீளமான ஒரு கற்பனைக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாக ஒரு பக்கத்தில், மேற்பரப்பின் வழியே தாக்கும் விசை, மேற்பரப்பிழுவிசை எனப்படும்.

இதன் அலகு நியூற்றன் மீற்றர்⁻¹ (Nm^{-1}) இதன் பரிமாணம் $[M] [T]^{-2}$ ஆகும்.

மேற்பரப்புச்சக்தி

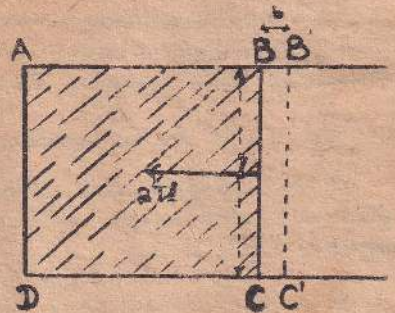
ஒரு திரவமேற்பரப்பு ஈர்க்கப்பட்ட நிலையில் இருக்கின்றது. ஆனால் இதன் மேற்பரப்பின் பருமனை மேற்பரப்பிழுவிசை குறைக்க முயல்கின்றது. எனவே திரவமேற்பரப்பு அதிகரிக்கப்படும்பொழுது, மேற்பரப்பிழுவிசைக் கெதிராக வேலை செய்யப்படுகின்றது. இவ்வேலை மேற்பரப்பில் நுலைப்பண்புச் சக்தியாக சேமிக்கப்படுகின்றது. இதுவே மேற்பரப்புச்சக்தியாகும்.

ஒரு திரவப்படலம் விரிக் கப்பட்ட, ABCD என்னும் சட்டமொன்றைக் கருத்திற் கொள்க (படம் 5). இப்படலத்திற்கு இரு மேற்பரப்புக்கள் உள. இவற்றிலுள்ள மேற்பரப்பிழுவிசை ஒரு மீற்றருக்கு T நியூற்றனாயின், இதனால் BC இல் உருற்றப்படும் விசை $= 2T \times l$ நியூற்றனாகும்.

இவ்விசைக் கெதிராக BC

ஆனது b என்னும் சிறிய தூரத்திற்கூடாக B'C' என்னும் புதிய நிலைக்கு நகர்த்தப்படுகிறதெனக் கொள்க. அப்பொழுது படலத்தின் பரப்பு அதிகரிக்கின்றது. அதே வேளையில் படலத்தின் வெப்பநிலை குறைகின்றது. வெப்பநிலை குறைவதால் மேற்பரப்பிழுவிசையில் மாற்றம் ஏற்படும். இதனைத் தவிர்ப்பதற்கு, சமவெப்பநிலைகளைக்கமைய (வெப்பநிலை மாறுதிருக்க) மேற்பரப்பு அதிகரிக்கப்படின் மேற்பரப்பிழுவிசை மாறுதிருக்கும். எனவே பரிசோதனை செய்யப்படும் வெப்பநிலையில் மேற்பரப்பிழுவிசை T எனின், மேற்பரப்பினை அதிகரிப்பதற்குச் செய்யப்படும் வேலை = விசை \times தூரம் $= 2Tl \times b$ யூல்

படலப் பரப்பின் மொத்த அதிகரிப்பு $2lb$ மீற்றர்² ஆகும்.



படம்: 5

ஆகவே 1 m^2 பரப்பு அதிகரிப்புக்குச் செய்யப்படும் வேலை

$$= \frac{2T/b}{2/b} = T$$

எனவே மேற்பரப்பிழுவிசையை சத்தி தொடர்பாக வருமானும் வரையறுக்கலாம்.

சமவெப்ப நிபந்தனைகளுக்கமைய திரவமொன்றின் மேற்பரப்பினை ஒரு சதுர மீற்றரினால் அதிகரிப்பதற்குச் செய்யப்படும் வேலை மேற்பரப்பிழுவிசை எனப்படும்.

அப்பொழுது மேற்பரப்பிழுவிசை யூல்கள் m^{-2} (Jm^{-2}) என்னும் அலகுகளினால் குறிக்கப்படும் என்பெறுமானத்துக்குச் சமனாகும்.

இது சுயாதீன மேற்பரப்புச்சத்தி எனவும் பெயர்பெறும். இதன் வரைவிலக்கணமும் அதேபோன்று வருமாறு அமையும்.

சமவெப்ப நிபந்தனைகளுக்கமைய திரவமொன்றின் மேற்பரப்பு, மேற்பரப்பிழுவிசைக்கெதிராக பரப்பலகொன்றினால் அதிகரிக்கப்படும் பொழுது செய்யப்படும் வேலை சுயாதீன மேற்பரப்புச் சத்தி எனப்படும்.

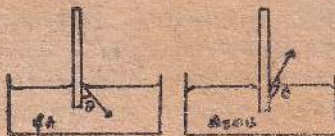
இது Jm^{-2} அலகில் அளவிடப்படும்.

மேற்பரப்பிழுவிசையின் பரிமாணச் சூத்திரங்கள் இரு வரைவிலக்கணங்களின் படியும் ஒரேமாதிரியானவை யென்பதைப் பின் வருமாறு காட்டலாம்.

$$1. \text{ மேற்பரப்பிழுவிசை} = \frac{\text{விசை}}{\text{நீளம்}} = \frac{\text{MLT}^{-2}}{\text{L}} = \text{MT}^{-2}$$

$$2. \text{ மேற்பரப்பிழுவிசை} = \frac{\text{வேலை}}{\text{பரப்பு}} = \frac{\text{MLT}^{-2} \cdot \text{L}}{\text{L}^2} = \text{MT}^{-2}$$

தொடுகைக்கோணம்



(a)

(b)

படம்: 6

நீரில் ஒரு கண்ணாடித்தட்டு நிலைக்குத்தாக படம் 6 (a) இல் காட்டியவாறு அமிழ்ந்திருக்கும் பொழுது தட்டின் வழியே நீர் ஏறியுள்ளதையும் அது வளைந்திருப்பதையும் அவதானிக்கலாம்.

ஆனால் இதேபோன்ற தட்டு நிலைக்குத்தாக படம் 6 (b) இல்

காட்டியவாறு இரசத்தினில் அமிழ்ந்திருக்கும் பொழுது தட்டுடன் தொடர்புக் கொண்டிருக்கும் இரசப்பாகம் கீழ்முகமாக வளைந்து

தாழ்வுற்று இருப்பதையும் அவதானிக்கலாம். படங்கள் a இலும் b இலும் θ இனால் குறிக்கப்பட்ட கோணங்கள் தொடுகைக் கோணங்கள் எனப்படும். தொடுகைக் கோணம் வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

திரவ-திண்ம மேற்பரப்புக்களின் சந்தியிலிருந்து வரையப்படும் திண்மத்தொடலித் தளத்திற்கும் திரவத்தொடலித் தளத்திற்கும் இடையே திரவத்தினூடாக அளக்கப்படும் கோணம் திரவத்திற்கும் திண்மத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடுகைக் கோணம் எனப்படும்.

தாயநீருக்கும் கண்ணாடிக்கும் இடையேயுள்ள தொடுகைக் கோணம் பூச்சியமாகும். சாதாரண நீருக்கும் கண்ணாடிக்கும் இடையேயுள்ள தொடுகைக்கோணம் 8° ஆகும். இரசத்திற்கும் சுத்தமான கண்ணாடிக்கும் இடையேயுள்ள தொடுகைக் கோணம் விரிவுக்கோணமாக ஏறத்தாழ 140° ஆகும்.

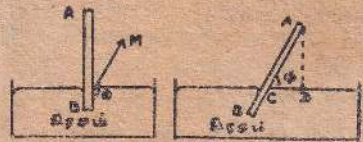
பொதுவாக மேற்பரப்பினை நனைக்கும் திரவங்களின் தொடுகைக் கோணங்கள் பூச்சியமெனக் கொள்ளப்படும்.

தொடுகைக்கோணமானது

1. திரவத்தினதும் திண்மத்தினதும் தன்மையிலும்
2. திரவ மேற்பரப்பிற்கு மேல் இருக்கும் பதார்த்தத்திலும் தங்கியுள்ளது. உதாரணமாக, இரசம் மேல் வளி இருப்பின், இரசத்திற்கும் கண்ணாடிக்குமிடையேயுள்ள தொடுகைக்கோணம், இரசம் மேல் நீர் இருக்கும்பொழுது இரசத்திற்கும் கண்ணாடிக்குமிடையேயுள்ள தொடுகைக் கோணத்திலும் வேறுபட்டதாகும்.
3. திரவமேற்பரப்புடன் திண்மமேற்பரப்பு ஆக்கும் ஏற்றக்கோணத்தில் தங்கியுள்ளதல்ல.

தொடுகைக்கோணத்தைத் துணிதல் முறை 1.

AB என்னும் கண்ணாடித் தட்டு படம் 7 (a) இல் உள்ளதுபோல் இரசத்தில் அமிழ்ந்திருக்கும் பொழுது, இரசம் வளைந்து தட்டினை C இல் சந்திக்கின்றது. C இல் உள்ள இரச மேற்பரப்பு பிறையுரு எனப்படும். புள்ளி C இல் திரவம், திண்மம், வளி ஆகியன சந்திக்கின்றன. C இல் CM என்னும் நேர்கோடு திரவ மேற்பரப்பிற்குத் தொடலியாக இருப்பதனால் கோணம் MCB தொடுகைக் கோணம் ஆகும். எனவே நிலைக்குத்து நிலையில் இருக்கும்



(a) (b)

படம்: 7

இத்தட்டினை ஒருபக்கமாக மெதுவாகச் சரிக்கும்பொழுது ஒரு நிலையில் இத்தட்டு தொடலி CM உடன் ஒன்றும். அப்பொழுது அப்பக்கத்திலுள்ள பிறையரு மறைந்து விடும். மற்றப் பக்கத்திலுள்ளது பெரிதாகத் தோற்றும். பிறையரு மறையும்பொழுது அப்பக்கத்து திரவமேற்பரப்பு கிடையாக இருக்கும். இப்பிறையருவின் மறைதல் இங்கு தொடுகைக் கோணத்தைத் துணிவதற்குப் பெரிதும் உதவுகின்றது. திரவமேற்பரப்பு கிடையென அறிதற்கு ஒரு பொருளின் விம்பத்தை மேற்பரப்பிற்குடாக நோக்குக. விம்பம் திரிபு அற்று இருப்பின் மேற்பரப்பு கிடையெனத் தீர்மானிக்கப்படும்.

பரிசோதனையைச் செய்யும்பொழுது, நிலைக்குத்தாக இருந்த தட்டினை ஒரு பக்கத்துத் திரவமேற்பரப்பு கிடையாக வரும்வரை சரிக்க. அப்பொழுது ϕ இனைத் தூக்குக்குண்டின் உதவிகொண்டு அளந்தறிக. பின்பு தொடுகைக் கோணத்தைப் பின்வருமாறு கணித்தறிக.

$$\text{தான் } \phi = \frac{AD}{CD}$$

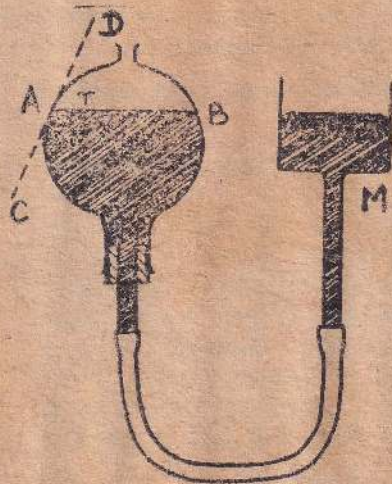
$$\therefore \phi = \text{தான்}^{-1} \left(\frac{AD}{CD} \right)$$

$$\therefore \text{தொடுகைக்கோணம்} = 180 - \phi$$

நீர் - கண்ணாடியின் தொடுகைக் கோணத்தையும் இவ்வாறு தணியலாம்.

முறை II

இவ்வுபகரணம் ஓர் இறப்பர்க் குழாயினால் தொடுக்கப்பட்டுள்ள P என்னும் கோளக் கண்ணாடிக் குமிழையும், M என்னும் இரசத் தேக்கத்தையும் கொண்டுள்ளது. குமிழ் திறந்த மேல்பாகத்தையும், ஒரு சிறு குறுகிய குழாயையுடைய அடிப்பாகத்தையும் உடையது. இக்குழாய் சிறியதாயும் குறுகியதாயும், இருப்பதால் குமிழிலுள் இரசம் மெதுவாகச் செலுத்தப்படத்தக்கதாக இருக்கின்றது. குமிழின் அடியில்



இரசம் இருக்கும்பொழுது அதன் மேற்பரப்பு கணிசமான அளவிற்கு வளைந்திருக்கும். **M** என்னும் தேக்கத்தை உயர்த்தும்பொழுது இரசமட்டம் படிப்படியாகக் குமிழினுள் உயரும். ஒரு நிலையில் குமிழினுள் உள்ள இரசமேற்பரப்பு கிடையானதாக வரும். அந்நிலையில் மேற்பரப்பு **AP** க்கும், **A** இல் வரையப்படும் தொடலிக்கும் இடையே திரவத்துள்ளிருக்கும் கோணம் தொடுகைக் கோணமாகும். **AB** இன் விட்டத்தையும், கோளக் குமிழினது விட்டத்தையும் வேணியர் இடுக்குமானி கொண்டு அளந்து தொடுகைக் கோணத்தை வருமாறு கணித்துக்கொள்ளலாம்.

கணிப்பு: மேற்பரப்பு **AB** இன் ஆரை r எனவும் குமிழின் ஆரை R எனவும் அத்துடன் மேற்பரப்பின் மையம் N எனவும் குமிழின் மையம் O எனவும் கொள்க.

செங்கோண $\triangle ONA$ இல் $\angle OAN = \phi$

$$\text{கோசைன் } \phi = \frac{r}{R}$$

$$\therefore \phi = \text{கோசைன்}^{-1} \left(\frac{r}{R} \right)$$

$$\therefore \text{தொடுகைக்கோணம் } \angle CAN = 90 + \phi$$

திரவத்துளிகளின் வடிவங்கள்

பொறிமுறைச் சமநிலையில் இருக்கும் ஒரு தொகுதி இழிவு நிலைப்பண்புச்சத்தியுடையதாக இருக்கும் என்னும் தத்துவத்தைப் பிரயோகித்து திரவத்துளிகள் எடுக்கும் வடிவங்களை அறிந்துகொள்ளலாம்.

ஒரு துளியிலுள்ள மொத்தச்சத்தி (i) புளியீர்ப்பினால் ஆன நிலைப்பண்புச் சத்தியாலும் (ii) மேற்பரப்பிழுவிசையால் ஆன நிலைப்பண்புச் சத்தியாலும் ஆனதாகும்.

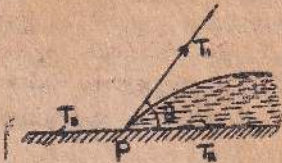
திரவத்துளி சிறிதாயின் புளியீர்ப்பினால் ஆன நிலைப்பண்புச் சத்தி, மேற்பரப்பிழுவிசையினால் ஆன நிலைப்பண்புச்சத்தியுடன் ஒப்பிடும்பொழுது மிகச்சிறிதாயினால் புறக்கணிக்கப்படும். எனவே சிறிய துளியில் கூடுதலாக மேற்பரப்பிழுவிசையினால் ஆன நிலைப்பண்புச்சத்தி இருப்பதனால் அச் சத்தியினை மட்டும்கொண்டே அத்துளியின் வடிவம் தீர்மானிக்கப்படும். துளி சமநிலையில் இருக்கும் பொழுது இழிவு நிலைப்பண்புச்சத்தியுடையதாக இருத்தல் வேண்டும். இது சாத்தியமாவதற்கு மேற்பரப்பின் பருமன் இழிவு பெறுமானம் உடையதாக வேண்டும். இதற்கு திரவமேற்பரப்பு கோளவடிவில்தான் வேண்டும். ஆகவேதான் மழைத்துளிகள், பனித்துளிகள், சுத்தமான தட்டில் இடப்படும் சிறு இரசத்துளிகள் கோளங்களாக இருக்கின்றன.

அடுத்தபடியாக பெரும் திரவத்துளியொன்றை நோக்குக. அதிலுள்ள நிலைப்பண்புச்சத்தி, புளியீர்ப்பிலால் ஆன நிலைப்பண்புச்சத்தியைக் கூடுதலாகக் கொண்டுள்ளது. இச்சத்தியே துளியின் வடிவத்தைத் தீர்மானிக்கும். இத்துளி இழிவு நிலைப்பண்புச்சத்தி அடையுமுகமாக சமநிலையில் தட்டையாகிறது. இதனால் அதன் ஈர்ப்புமையத்தின் உயரம் குறைகிறது. அத்துடன் ஈர்ப்புவிளைவினாலான நிலைப்பண்புச்சத்தியும் குறையும். ஆனால் எந்த அளவிற்கு ஈர்ப்புவிசையினாலான நிலைப்பண்புச்சத்தி குறைகின்றதோ, அந்த அளவிற்கு மேற்பரப்பிழுவிசையினால் ஆகும் நிலைப்பண்புச்சத்தி மேற்பரப்பு அதிகரிப்பினால் கூடும். எனினும் இம்மேற்பரப்பிழுவிசை - நிலைப்பண்புச்சத்தி தற்போதைய ஈர்ப்புவிசை - நிலைப்பண்புச்சத்திக்கு நிகராகாது. ஆகவே துளி தட்டைவடிவினதாக இருக்கும்.

ஒரு திண்மத்துடன் தொடர்புகொண்டிருக்கும் திரவம்

திரவநிலையில் இருந்து திண்மநிலைக்கு ஒரு பொருள் மாற்றம் அடையும் பொழுது, திண்மமாக்கலினால் மேற்பரப்பிழுவிசை அற்றுப் போகிறதென நினைத்தல் காரணமற்றதாகும். மேற்பரப்பிழுவிசையின் செயற்பாட்டினை விளக்கும் மூலக்கூற்றுக் கொள்கை இங்கேயும் திண்மங்களில் மேற்பரப்பிழுவிசை இருக்கிறதென நிரூபிக்கப் பயன்படும். ஆனால் திண்மம் விறைப்புடையதாக இருப்பதனால் இத்தோற்றப்பாடு வெளியே தெரிவதில்லை. ஓர் உருகிய கண்ணாடித்துளி, திண்மமாகும் முன்பு மேற்பரப்பிழுவிசையை உடையது. அனால் வெப்பநிலை குறைய மேற்பரப்பிழுவிசை உயர்கின்றது. இதன் பொருட்டு, கண்ணாடி உருகிய நிலையில் இருக்கும்போதுள்ள அதன் மேற்பரப்பிழுவிசையிலும், திண்மநிலையில் இருக்கும்போதுள்ள அதன் மேற்பரப்பிழுவிசை கூடியதாக இருக்கும் என நினைப்பது இயல்பு. எனவே திண்ம-வளி மேற்பரப்புக்கிடையே மேற்பரப்பிழுவிசையொன்று செயற்படுகிறதெனக் கொள்ளலாம்.

A என்னும் திண்மம்மீது சமநிலையில் இருக்கும் ஒரு திரவத்துளியைக் கருத்திற்கொள்க (படம் 9). T_1 , T_2 , T_3 ஆகியன திண்ம-திரவ, திண்ம-வளி, திரவ-வளி என்னும் மேற்பரப்புக்களுக்கு கிடையேயுள்ள மேற்பரப்பிழுவிசைகள் ஆகும். A இற் கூடாக



படம்: 9

நீளமுள்ள கோட்டினைத் தாக்கும் கிடைவிசைகளைக் கருத்திற் கொள்ளும்பொழுது துளிசமநிலையில் இருப்பதனால் A திரவத்திற்கும் திண்மத்துக்கும் இடையேயுள்ள தொடுகைக் கோணமாதலினால் சமநிலையில்,

$$T_2 \text{ கோசைன் } \theta + T_1 = T_2$$

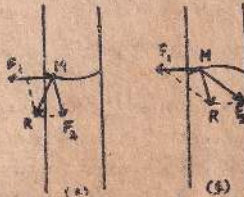
$$\therefore \text{கோசைன் } \theta = \frac{T_2 - T_1}{T_3}$$

$T_2 > T_1$ ஆயின், கோசைன் θ நேர்ப்பெறுமானம் உடையதாகும். எனவே θ கூர்ங்கோணமாகும். ஆகவே மேற்பரப்பில் நனைத்தல் நிகழும்.

$T_2 < T_1$ ஆயின், கோசைன் θ எதிர்ப்பெறுமானம் உடையதாகும். எனவே θ விரிகோணமாகும், ஆகவே மேற்பரப்பில் நனைத்தல் நிகழாது.

$T_2 - T_1 > T_3$ ஆயின் கோசைன் θ இன் பெறுமானம் 1 இலும் கூடுதலாக இருக்கும். ஆனால் இது சாத்தியமன்று. ஆகவே இச்சந்தர்ப்பத்தில் திரவம் திண்மமீது பரவும் அதாவது ஒரு மேற்பரப்பிழுவிசை மற்ற இரு மேற்பரப்பிழுவிசைகளின் கூட்டுத்தொகையிலும் கூடுதலாக இருப்பின் திரவம் பரவும்.

மயிர்த்துளைக் குழாயில் திரவ எழுக்கை



படம் 10

படம் 10 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ள கண்ணாடியாலான மயிர்த்துளைக் குழாயிலுள்ள திரவத்தின் பிறையருவை அவதானிக்க. இப் பிறையருவில் கண்ணாடிச் சுவருக்குக் கிட்ட உள்ள M என்னும் ஒரு மூலக்கூற்றைக் கருத்திற் கொள்க. இது, அதற்குக்கிட்ட உள்ள கண்ணாடி மூலக்கூறுகள் உருற்றும் F_1 என்னும் ஒட்டற்பண்பு விசையினால் சுவருக்குச் செங்குத்தாகக் கவரப்

படும். அதே நேரத்தில் திரவமூலக்கூறுகளின் பிணைவுவிசை F_2 இலும் கவரப்படும். ஆனால் மூலக்கூறு M ஆனது கண்ணாடிக்கண்மையில் இருப்பதனால் அதனில் F_1 இன் தாக்கம் F_2 இன் தாக்கத்திலும் கூடுதலாக இருக்கும். இதனால் விளையுள் R படம் 10 (a) இல் காட்டியவாறு சுவரை நோக்கி இருக்கும். R இன் தாக்கம் மூலக்கூறு M இருக்கும் பிறையருவுக்குச் செங்குத்தாக இருந்தாக வேண்டும். இதற்கு அப்பாகத்து பிறையரு மேல்முக்கமாகக் குழிவுற்று இருத்தல் வேண்டும்.

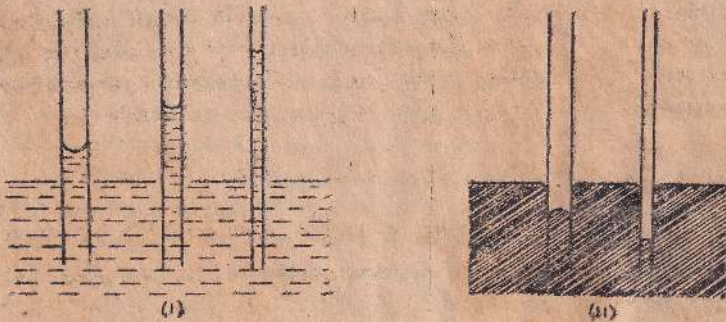
அடுத்து படம் 10 (b) இலுள்ள M என்னும் மூலக்கூற்றைக் கருத்திற் கொள்க. இங்கு F_2 என்னும் பிணைவின் தாக்கம் F_1 என்னும் ஒட்டற்பண்பின் தாக்கத்திலும் பெரிதாக இருப்பதனால் விளையுள் R படம் 10 (b) இல் காட்டியவாறு M இருக்கும் பிறையருவுக்குச் செங்குத்தாக திரவத்துள் நோக்கி இருக்கும். எனவே அப்

பாகத்துப் பிறையரு கீழ்முகமாகக் குழிவுற்றிருக்கும். இவ்விதம் பிறையரு குழிவாகவும் குவிவாகவும் இருப்பதை விளக்கலாம்.

மேலும் திரவமேற்பரப்பிலுள்ள கண்ணாடிச் சுவருக்கு அணித் தாகவுள்ள திரவமூலக்கூறுகள் கண்ணாடி மூலக்கூறுகளினால் சுவரப் படுகின்றன. இக்கவர்ச்சி அவற்றினைக் கவரும் பிணைவிலும் கூடுதலாக இருப்பதனால் அம் மூலக்கூறுகள் இருக்கும் திரவமேற்பரப்பு கண்ணாடிச் சுவரின்மேல் எழுகின்றது. இவ்வாறு எழுந்திருக்கும் போது சமநிலையில் இருக்கும் பிறையரு இழிவுநிலைப்பண்புச்சத்தி அடையுமுகமாக சுருங்க முயலும். இதன் பொருட்டு குழிவுற்ற மேற்பரப்பு தட்டையாக வர, மேல் எழும். இது மேலெழுந்தவுடன், ஓரத்தில் உள்ள திரவமூலக்கூறுகள் ஒட்டற்பண்பினால் மேலும் சுவரில் எழும். மீண்டும் இழிவு நிலைப்பண்புச் சத்தியடையுமுகமாக குழிவுற்ற மேற்பரப்பு தட்டையாக வருமுகமாக மேலெழும். இவ்விதம், எழும் திரவத்தின் பிறையும் ஒட்டற்பண்பு விசையினால் அதில் உருற்றப்படும் தாக்கமும் சமனாகும் வரை திரவம் எழுந்து கொண்டே இருக்கும்.

குறிப்பு: மூலக்கூறு M இன் பிறை, பிணைவு விசையுடன் ஒப்பிடும் பொழுது மிகச்சிறிதாகையால் அதனால் ஏற்படும் விளைவு புறக்கணிக்கப்படுகிறது.

மயிர்த்துளைத் தன்மை



படம்: II

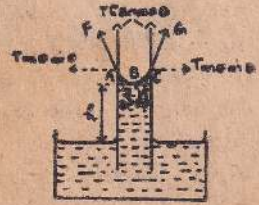
ஒரு மயிர்த்துளைக்குழாய் நீரில் நிலைக்குத்தாக அமிழ்த்தப்படும் பொழுது அதனில் நீர் எழுவதை அவதானிக்க முடிகின்றது. பல்வேறு விட்டங்களையுடைய மயிர்த்துளைக் குழாய்களை படம் II (i) இல் காட்டியவாறு நீரில் அமிழ்த்தும்பொழுது ஒடுங்கிய விட்டமுடைய குழாயில் நீர் அதிகவரத்துக்கு எழுகின்றது. மற்றும் பல்வேறு விட்டமுடைய மயிர்த்துளைக் குழாய்களை இரசத்துள் நிலைக்குத்தாக

அமிழ்த்தும் பொழுது வெளியிலுள்ள இரச மேற்பரப்புக்குக் கீழ் குழாய்களிலுள்ள இரசமட்டங்கள் தாழ்வுற்றிருப்பதை அவதானிக்க முடிகின்றது. படம் 11 (ii) இல் காட்டியவாறு ஒடுங்கிய குழாயில் தாழ்வு அதிகடியதாக இருக்கும்.

மேற்பரப்பிழுவிசையைத் துனிதல்

1. மயிர்த்துளை எழுமை முறை

ஒரு மயிர்த்துளைக் குழாய் நிலைக்குத் தாக திரவத்தினில் படம் 12 இல் காட்டிய வாறு அமிழ்த்திருக்கும் பொழுது திரவம் குழாயினுள் எழும். எழுந்த திரவத்தின் பிறையருவினது அடிப்பாகம் பாத்திரத்திலுள்ள திரவமேற்பரப்பிற்கு மேல் h உயரத்திலிருக்கிறதெனக் கொள்க. குழாயின் ஆரையை r எனவும் திரவத்தின் அடர்த்தியை ρ எனவும் எடுத்துக்கொள்க. திரவ-திண்ம தொடும் பரப்பில் **A** என்னும் புள்ளியில் திரவமேற்பரப்பிற்கு ஒரு தொடலித் தளம் வரைக. இது, குழாயின் சுவருடன் ஆக்கும் கோணம் θ ஆனது இவற்றிற்கிடையேயுள்ள தொடுகைக் கோணமாகும். **A** இல் செயற்படும் T என்னும் மேற்பரப்பிழுவிசை AB வழியே திரவத்துள் நோக்கி இருக்கும். எனினும் இவ்விழுவிசை கண்ணாடிச் சுவரில் ஒரு விசையை உருற்றும். நியூற்றனின் மூன்றும் இயக்கவிதியின்படி கண்ணாடியும், **A** இல் உள்ள திரவத்தின்மீது, ஒரு சமமான இழுவிசையை AF வழியே உருற்றும். மேற்பரப்பிழுவிசையாலான இவ்வெளிமுக மறுதாக்கம் இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படும்.



படம் 12

அவையாவென

1. நிலைக்குத்தாகவும் மேல்முசமாகவும் செயற்படும் T கோசைன் θ
2. கிடையாகவும் வெளிமுசமாகவும் செயற்படும் T சைன் θ

குழாயுடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் பிறையருவில் அரைப் பரிதியில் செயற்படும் கிடைக்கறுகள் மற்ற அரைப் பரிதியில் செயற்படும் கிடைக்கறுகளினால் சமப்படுத்தப்படுவதால் பரிதியில் செயற்படும் கிடை விசைகள் அற்றுப்போகின்றன. ஆகவே திரவ மேற்பரப்பின் பரிதியில் செயற்படும் விசை $2\pi rT$ கோசைன் θ ஆகும். இது நிலைக்குத்தாகவும் மேல்முசமாகவும் செயற்படுகின்றது. இம் மேல்முசவிசை கீழ் முசமாகச் செயற்படும் திரவநிரலின் நிறையைச் சமப்படுத்துகிறது.

கணிப்பு

திரவநிரலின் நிறை = h உயரம் உடைய திரவநிரலின் நிறை +
பிறையுருவில் உள்ள திரவத்தின் நிறை

$$= (\pi r^2 h + \frac{1}{3} \pi r^3) \rho g$$

$$= \pi r^2 \left(h + \frac{r}{3} \right) \rho g$$

$$\therefore \text{சமநிலையில், } 2\pi r T \text{ கோசைன் } \theta = \pi r^2 \left(h + \frac{r}{3} \right) \rho g$$

$$\therefore T = \frac{r \left(h + \frac{r}{3} \right) \rho g}{2 \text{ கோசைன் } \theta}$$

மேற்பரப்பை நீளக்கும் திரவங்களுக்கு தொடுகைக் கோணம் $\theta = 0$ ஆகும்.

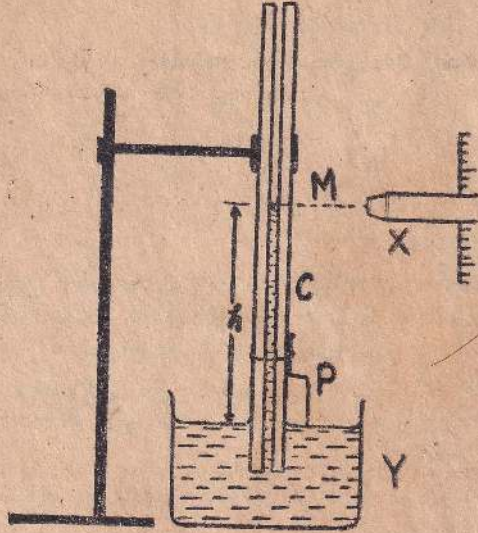
$$\text{எனவே } T = \frac{r \left(h + \frac{r}{3} \right) \rho g}{2}$$

$$\text{பிறையுருவின் நிறை புறக்கணிக்கப்படுமாயின் } T = \frac{h r \rho g}{2}$$

என்னும் சூத்திரம் பெறப்படும்.

பரிசோதனை விபரங்கள்

C என்னும் ஒரு மயிர்த்துளைக் குழாயை முறையே நைத்திரிக் கமிலத்தினாலும், எரிசோடாக் கரைசலினாலும், குழாய் நீரினாலும் கழுவிச் சுத்தமாக்குக. திரவமேற்பரப்பிழுவிசையை குறைக்க முற்படும் நெய்போன்ற அழுக்குகள் எவையேனும் இருப்பின் அவை குழாயிலிருந்து நீக்கப்படும். திரவம் இருக்கும் முகவையையும் மேற் கூறியவாறு சுத்தமாக்குக. மயிர்த்துளைக் குழாய் C இல் இருதரம் செங்குத்தாக வளைக்கப்பட்ட P என்னும் ஓர் ஊசியை இறப்பர் வார் ஒன்றினால் இறுகப் பொருத்திவிட்டு படத்தில் காட்டியவாறு குழாயை, P இன் உச்சி திரவமேற்பரப்பினைத் தொடத்தக்கவாறு ஓர் இறுக்கி M இல் நிலைக்குத்தாக நிறுத்துக. பின்பு, நகரு நுணுக்குக் காட்டியொன்றை உபயோகித்து குழாயினுள் எழுந்த திரவத்தினது பிறையுருவின் அடிப்பாகத்தை நோக்குக. அப்பொழுது நுணுக்குக்காட்டியின் வாசிப்பைக் குறிக்க. இவ்வாறு இருமுறைகள் மீண்டுஞ் செய்து சராசரி வாசிப்பைப் பெற்றுக்கொள்க.



படம்: 13

அடுத்து முகவையை அகற்றி, ஊசி P இன் உச்சியை நுணுக்குக்காட்டியால் நோக்குக. அப்பொழுது அதன் வாசிப்பைக் குறித்து, மீண்டும் இரு முறைகள் இவ்வாசிப்புக்களை எடுத்து சராசரி வாசிப்பைப் பெற்றுக்கொள்க. இவ்விரு சந்தர்ப்பங்களிலும் பெற்ற சராசரி வாசிப்புக்களின் வித்தியாசம் திரவ நிரலின் உயரம் h இனைத் தரும். இறுதியாக பிறையுரு இருக்கும் இடத்திலுள்ள வெட்டுமுகத்தின் விட்டத்தை குழாயினை அவ்விடத்தில் முறித்து நுணுக்குக்காட்டியால் அளந்தறிக.

மேற்பெற்ற பெறுமானங்களையும், ρ , g ஆகியவற்றின் பெறுமானங்களையும் $T = \frac{r h \rho g}{2}$ என்னுஞ் சூத்திரத்தில் பிரதியிட்டு

மேற்பரப்பிழுவிசையை துணிந்து கொள்க. இப் பெறுமானம் பரிசோதனை செய்யப்பட்டபோதுள்ள வெப்பநிலைக்குரிய மேற்பரப்பிழுவிசையாகும்.

குறிப்பு: மயிர்த்துளைக் குழாயின் ஆரையை அறிதற்கு பின்வரும் முறையையும் கையாளலாம். ஒரு சிறு இரசவிழையை மயிர்த்துளையுள் புகுத்துக. அதனைத் துளையின் பல பாகங்களுக்கு நகர்த்தி அதன் நீளம் l இனை அளந்து கொள்க, பின்பு இவ்விழையின் திணிவு m இனை நிறுத்தறிக. குழாயின் ஆரையை r எனவும், இரசத்தின் அடர்த்தியை d எனவும் கொள்க.

இவ்வழையின் கனவளவு = $\pi r^2 l$

∴ இரசவழையின் திணிவு = $\pi r^2 l d$

$$\pi r^2 l d = m$$

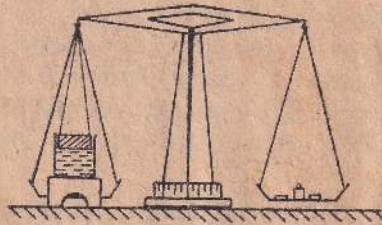
$$\Delta \quad r = \sqrt{\frac{m}{\pi l d}}$$

முன்னெச்சரிக்கைகள்

1. மயிர்த்தளை சுத்தமாகவும் உலர்ந்ததாகவும் இருத்தல் வேண்டும். அத்துடன் திரவம் சுயாதீனமாக எழல் வேண்டும்.
2. குழாய் நிலைக்குத்தாக இருத்தல் வேண்டும்.
3. திரவத்தின் பிறையரு இருக்கும் இடத்திலுள்ள விட்டத்தை இரு செங்குத்துத் திசைகளில் அளந்து சராசரி விட்டத்தை எடுத்தல் வேண்டும்.
4. காய்ச்சி வடித்த நீருக்குப் பதிலாக குழாய் நீர் உபயோகித்தல் விரும்பத்தக்கது.

முறை II:

நுணுக்குக்காட்டி வழக்கிமுறை



படம்: 14

வழக்கியை நெய் போன்ற அழுக்குகள் இல்லாதவாறு சுத்தமாகி வேணியர் இருக்கியானியால் நீளத்தையும், திருகு நுண்மானியால் தடிப்பையும் அளந்துகொள்க. பகுதியாக நீர் நிரப்பப்பட்ட முகவையொன்றினை படம் 14 இல் காட்டியவாறு நீர் நிலையால் சட்டத்தில் வைத்து, வழக்கி கிடையாக நீரின் மேற்பரப்பிற்கு சற்றுமேல் இருக்கத்தக்கவாறு தராசின் புயமொன்றில் தொங்கவிடுக. அப்பொழுது அதன் நிறையையும் குறித்துக் கொள்க. இப்பொழுது முகவையுள் குழாயியொன்றினால் சிறிது நீரினை வழக்கியின் அடிப்பக்கம் மட்டுமட்டாக தொடும்வரை விடுக. தராசின் வளை உயர்த்தப்படும் பொழுது, வழக்கியின் நிறையும், கீழ்முகமாகத் தாக்கும் மேற்பரப்பிழுவிசையாலான விசையையும்

சமப்படுத்துமுகமாக தராசின் மற்றத் தட்டில் நிறைகளை இடுக. தராசின் சமநிலையில் வழக்கி நீரின் மேற்பரப்பினை மட்டுமட்டாகத் தொட்டுக்கொண்டிருப்பதை முக்கியமாகக் கவனிக்கவேண்டும். இல்லாவிடில் வழக்கி மீது நீரின் மேலுதைப்பினால் வழு ஏற்படும். நீரின் வெப்பநிலையையும் குறித்துக்கொள்க.

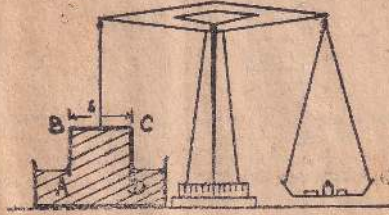
அளவைகள்

வழக்கியின் நீளம்	= l m
தடிப்பு	= d m
வளியில் வழக்கியின் நிறை	= x kg
வழக்கியின் நிறை + மேற்பரப்பிழுவிசையாலான விசை	= y kg
நீரின் வெப்பநிலை	= t °C

கணிப்பு

$$\begin{aligned} \text{மேற்பரப்பிழுவிசையால் ஆன விசை} &= y - x \text{ kg} \\ \therefore 2T (l + d) &= (y - x)g \\ T &= \frac{(y - x)g}{2(l + d)} \text{ Nm}^{-1} \end{aligned}$$

இம் முறையினது தத்துவத்தின் அடிப்படையில் சவர்க்காரக் கரைசலின் மேற்பரப்பிழுவிசையையும் வருமாறு துணியலாம்.



படம் 15

ABCD என்னும் முப்பக்க உலோகச் சட்டப் படலை ஒரு கண் ளாடிப் பாத்திரத்துள்ளிருக்கும் சவர்க்காரக் கரைசலினுள் தோய்த் தெடுத்து தராசின் புயமொன்றில் தொங்கவிட்டு படம் 15 இல் காட்டியவாறு மறுதட்டில் நிறைகளை இட்டு சமநிலைக்குச் சரி செய்க. சமநிலையில் சட்டப்படல் கரைசலை மட்டுமட்டாகத் தொட்டுக் கொண்டிருப்பதையும் அவதானிக்க. பின்பு ஒரு சூடான கம்பியால் படலத்தை உடைத்துவிடுக. இப்பொழுது தட்டில் இட்ட நிறைகளை படிப்படியாக அகற்றி சமநிலைக்குச் சரிசெய்க. அத்துடன் வெப்பநிலையையும் குறித்துக் கொள்க.

அளவைகள்

கரைசலின் வெப்பநிலை = $t^{\circ}C$

படலத்தோடு சட்டப்படலின் நிறை = $m \text{ kg}$

சட்டப்படலின் நிறைமட்டும் = $m_1 \text{ kg}$

BC இன் நீளம் = $l \text{ m}$

கணிப்பு

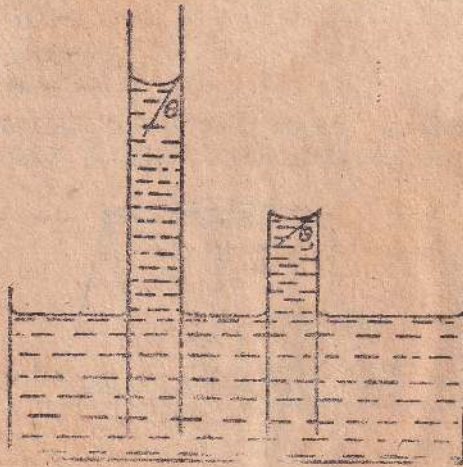
BC இலுள்ள மேற்பரப்பிலுள்ள சமநிலை விசை = $2Tl$

ஆனால் $2Tl = (m - m_1)g$

$$\therefore T = \frac{(m - m_1)g}{2l} \text{ Nm}^{-1}$$

இது அக்குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்குரிய மேற்பரப்பிலுள்ள சமநிலை விசை ஆகும்.

குறுகிய குழாயில் திரவத்தின் எழுகை



உயர்ந்த குழாயில் திரவமட்ட உயரம் h
மற்றையதில் h_1 எனக் கொள்க.

படம் 16

ஒரு மயிர்த்துளை குழாயில் திரவம் எழுத்தக்க அதிகூடிய உயரம்

h எனின் அது, $T = \frac{rh\rho g}{2\text{கோசை}\theta}$ என்னும் சமன்பாட்டினால் தரப்

படும். இதனை வருமாறு எழுதலாம்.

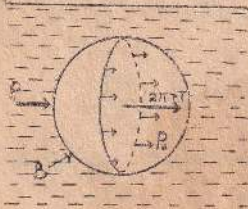
$$\text{அதாவது } \frac{2T}{r\rho g} = \frac{h}{\text{கோசை}\theta} = \text{மாநிலி}$$

ஏனெனில் T, r, P, ρ ஆகியன ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் தரப்பட்ட மயிர்த்துளைக் குழாய்க்கும் திரவத்துக்கும் மாறிலியாகும்.

(b₁) மயிர்த்துளைக் குழாயின் நீளம் (b) இலும் சிறிதாயின் திரவம் இக்குழாயின் உச்சிவரை படம் 16 இல் காட்டியவாறு எழுந்து, மேலும் எழ முயற்சிக்கையில் அதன் மேற்பரப்பின் வளைவினாரை அதிகரிக்கும். இதனால் தொடுகைக்கோணம் θ அதிகரிக்கும். தொடுகைக்கோணமானது.

$$\frac{h}{\cos \theta} = \frac{b_1}{\cos \theta_1}$$
 என்னுள் சமன்பாட்டிற்கிணங்க ஒரு பெறுமானம் θ_1 இற்கு அதிகரிக்கும். திரவம் மேலும் வளைவினாரையை அதிகரிக்க இயலாதிருக்கும்.

ஒரு குமிழியில் அல்லது வளைந்த மேற்பரப்பில் அழுக்க வித்தியாசம்



T பரப்பிழுவை உடைய ஒரு திரவத்தினுள் உண்டாகிய, r ஆரையுடைய ஒரு கோளவடிவ வளிக் குமிழைக் கருதுக. இதன் உட்புறத்திலுள்ள அழுக்கத்தை P_2 எனவும், வெளிப்புறத்திலுள்ள அழுக்கத்தை P_1 எனவும் கொள்க.

இக் குமிழின் ஓர் அரைவாசி B இன் சமநிலையைக் கருதுக.

இதில் தாக்கும் விசைகள்

படம் 17

- (i) அழுக்கம் P_2 இனால் ஏற்படும் கிடைவிசை = $\pi r^2 P_2$
இடமிருந்து வலமாக
- (ii) அழுக்கம் P_1 இனால் ஏற்படும் கிடைவிசை = $\pi r^2 P_1$
வலமிருந்து இடமாக
- (iii) அரைக்குமிழின் விழிம்பின் வழியே தாக்கும் பரப்பிழுவை கிடைவிசை = $2\pi r T$ இடமிருந்து வலமாக அரைக் குமிழின் சமநிலைக்கு

$$\pi r^2 P_2 - \pi r^2 P_1 = 2\pi r T$$

$$P_2 - P_1 = \frac{2T}{r}$$

$P_2 - P_1$ என்பது மிகை அழுக்கம் எனப்படும்.

இது தொடுகைக் கோணம் பூச்சியமாகவிருக்கும். எந்த வகைந்த பரப்புக்கும் அழுக்க மிகையைக் குறிப்பதற்குப் பொருந்தும். தொடுகைக்கோணம் θ ஆயின்

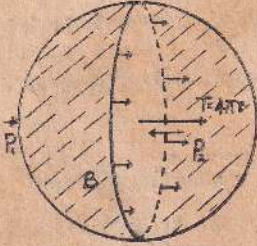
$$\text{அழுக்கமிகை } P = \frac{2T \text{ கோசை } \theta}{r} \text{ இனால் தரப்படும்.}$$

சவர்க்காரக் குமிழியில் அழுக்கமிகை

ஒரு சவர்க்காரக் குமிழி, வளியுடன் தொடுகையிலிருக்கும் இரு திரவமேற்பரப்புக்களை உடையது. எனவே ஓர் அரைவாசி B இனது சமநிலையை நோக்கின் அதனில் செயற்படும் மேற்பரப்பு பிழுவிசையால் ஆனவிசை $2 \times 2\pi r T$ யும், வளி அழுக்கம் P_1 இனால் ஆனவிசை $\pi r^2 P_1$ உம் சேர்ந்து உள் அழுக்கம் P_2 இனால் ஆன விசை $\pi r^2 P_2$ இற்குச் சமனாகும். அதாவது

$$4\pi r T + \pi r^2 P_1 = \pi r^2 P_2$$

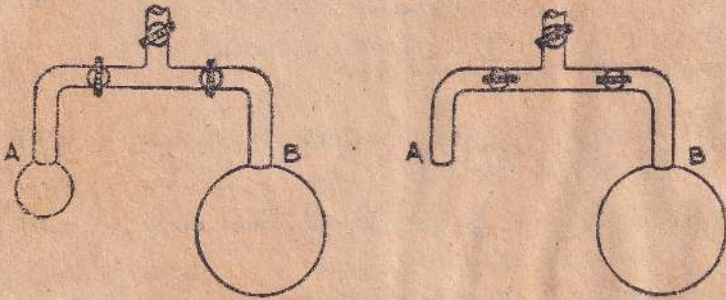
$$P_2 - P_1 = \frac{4T}{r}$$



படம்: 18

$$\text{எனவே அழுக்கமிகை } P = \frac{4T}{r}$$

வெவ்வேறு வளிவினாரைகளையுடைய இரு சவர்க்காரக் குமிழிகளை தொடுத்தல்



படம் 19

A, B என்பன படம் 19 இல் காட்டப்பட்ட குழாயின் நுள் களில் ஊதப்பட்ட இரு சவர்க்கார குமிழிகளாகும். A இன் ஆரை r எனவும் B இன் ஆரை R எனவும், இவை ஆரம்பத்தில் தொடுப்பின்றி இருக்கின்றனவெனவுங் கொள்க. இவற்றிடையே தொடுப்பு ஏற்படுத்தப்படும் பொழுது, A இலுள்ள சிறு குமிழி சுருங்குவதையும் B இலுள்ள பெரிய குமிழி வீங்குவதையும் அவ

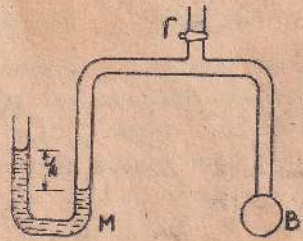
தானிக்க முடியும். A இலுள்ள சிறு மிழியின் அழுக்கமிகை $\frac{4T}{r}$. B இலுள்ள பெருங் குமிழியின் அழுக்கமிகை $\frac{4T}{R}$. $r < R$ ஆன

தால் A இலுள்ள அழுக்கம் $(H + \frac{4T}{r})$ B இலுள்ள அழுக்கம் $(H + \frac{4T}{R})$ இலும் கூடியதாகும். எனவே வளியானது A யிலிருந்து

B க்கு இரண்டும் ஒரே பொது அழுக்கத்தை அடையும் வரை செல்லும். இதனால் B விரிவடையும். A சுருங்கி குமிழி இல்லாத தோற்றத்தை A இல் காட்டும் படம் (19 b). இறுதியில் A இன் நுனியிலுள்ள படலத்தின் ஆரையும் B இலுள்ள குமிழியின் ஆரையும் சமமானதாக இருக்கும்.

சுவர்க்காரக் குமிழியின் மேற்பரப்பிழுவிசையைத் துணிதல்

சுவர்க்காரக் கரைசலின் மேற்பரப்பிழுவிசையை M என்னும் வாயு அழுக்கமானியுடன் தொடுக்கப்பட்ட குழாயின் முனை B இல் ஊதிக் காணலாம். குமிழி ஊதியதுடன் T என்னும் சாவி மூடப்படும். பின்பு நகரு நுணுக்குக் காட்டி யொன்றினால் குமிழியின் விட்டம் d அளக்கப்படும். அதே கருவியால் அழுக்கமானியிலுள்ள திரவமட்டங்களின் உயரங்கள் அளக்கப்பட்டு, அவற்றின் வித்தியாசம் h கணிக்கப்படும்.



படம் 20

கணிப்பு

குமிழியிலுள்ள அழுக்கமிகை $p = h\rho g$ (ρ ஆனது M இலுள்ள திரவத்தின் அடர்த்தி)

$$\therefore h\rho g = \frac{4T}{r} = \frac{8T}{d}$$

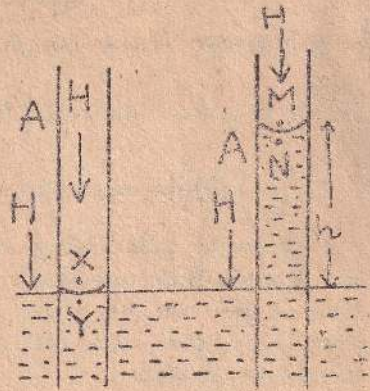
$$\therefore T = \frac{h\rho g d}{8} \text{ Nm}^{-1}$$

குறிப்பு: (1) வாயு அழுக்கமானியின் திரவமட்டங்களின் வித்தியாசத்தை அதிகரிப்பதற்கு ஊதப்படும் குமிழியின் விட்டம் சிறிதாக இருத்தல் வேண்டும். இதற்குக் குழாயின் விட்டம் சிறிதாக இருப்பின் சாலும் சிறந்ததாகும்.

(2) அழுக்கமானியில் உபயோகிக்கப்படும் திரவம் அடர்த்தி குறைந்ததாக இருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் h கூடவாக இருக்கும்.

மயிர்த்துளைக் குழாய்களில் திரவங்களின் எழுந்தையும் விழுந்தையும்

வளைந்த மேற்பரப்பின் ஒரு பக்கத்திலுள்ள அழுக்கமிக்கையிலும் அத்துடன் அத்திரவத்தின் தொடுகைக் கோணத்திலும் இருந்து மயிர்த்துளைக் குழாய்களில் திரவங்களின் எழுந்தையும் விழுந்தையும் உய்த்தறியலாம்.



படம் 12

உதாரணமாக படம் 21

(i) இல் காட்டப்பட்டது போல் A என்னும் குழாய், நீரில் இருப்பதை நோக்குக. இங்கு தொடுகைக் கோணம் பூச்சியமாவதால் குழாயினுள் உள்ள திரவ மேற்பரப்பு குழிவானதாக இருக்கும். X இலுள்ள அழுக்கம் Y இலுள்ள அழுக்கத்திலும் $\frac{2T}{r}$ இனால் கூடுதலாக இருக்கும். ஆனால் X இல் உள்ள அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கம். ஆகவே Y இலுள்ள அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்திலும் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். ஆனால் படம் 21 (i) இன்படி X இலும் Y இலும் அழுக்கங்கள் சமனாக இருக்கின்றன. இது நிகழமுடியாத தொன்றாகும். ஆகவே படம் 21 (ii) இல் காட்டியவாறு திரவம் ஓர் உயரம் h இற்கு எழும். அவ்விடத்திலுள்ள M இன் அழுக்கம் N இலுள்ள அழுக்கத்திலும் $\frac{2T}{r}$ இனால் கூடுதலாக இருக்கும். இதே தார்க்க முறையில் கூர்ங்கோணத் தொடுகைக் கோணங்களை யுடைய திரவங்களின் எழுந்தையும் நிரூபிக்கலாம்.

இரசத்தினதும் கண்ணாடியினதும் தொடுகைக்கோணம் விரிகோணமாகும். எனவே ஒரு மயிர்த்துளைக் குழாய் இரசத்தினுள் நிறுத்தியவுடன் திரவம் கீழ்முக்கமாக வளையும். இப்பொழுது வளைந்த பாகத்திற்கு சற்று கீழ் இருக்கும் திரவப் புள்ளியில் அழுக்கம் வெளிப்பக்கத்துப் புள்ளியிலுள்ள அழுக்கத்திலும் கூடுதலாக இருக்கும். அதனால் திரவமானது அழுக்கமிக்கை = $\frac{2T}{r} \cos \theta$ இற்குச் சமனாகும் வரை குழாய்க்குள் இறங்கும். ஆகவே விரிகோணத் தொடுகைக் கோணங்களை யுடைய திரவங்கள் எப்பொழுதும் ஒரு மயிர்த்துளைக் குழாய்க்குள் இறங்கும்.

அழுக்க முறையினால் மயிர்த்துளை எழுந்தையும் விழுந்தையும் படம் 22 (i) மயிர்த்துளைக் குழாய் நீரில் நிறுத்தப்பட்டிருப்பதைக் காட்டுகின்றது. இங்கு தொடுகைக் கோணம் பூச்சிய

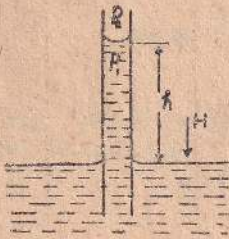
அழுக்க முறையினால் மயிர்த்துளை எழுந்தையும் விழுந்தையும் படம் 22 (i) மயிர்த்துளைக் குழாய் நீரில் நிறுத்தப்பட்டிருப்பதைக் காட்டுகின்றது. இங்கு தொடுகைக் கோணம் பூச்சிய

அழுக்க முறையினால் மயிர்த்துளை எழுந்தையும் விழுந்தையும்

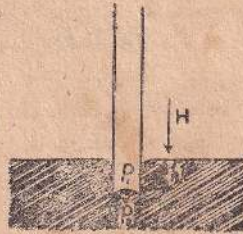
படம் 22 (i) மயிர்த்துளைக் குழாய் நீரில் நிறுத்தப்பட்டிருப்பதைக் காட்டுகின்றது. இங்கு தொடுகைக் கோணம் பூச்சிய

மாகும். p_2 வளிமண்டல அழுக்கமெனவும் p_1 திரவத்தினுள் உள்ள அழுக்கமெனவுங் கொள்ளின்,

$$p_2 - p_1 = \frac{2T}{r}$$



(a)



(b)

படம் 22

வளிமண்டல அழுக்கம் H ஆகவும், திரவநிரலின் உயரம் h ஆகவும் p அடர்த்தியாகவுமிருப்பின்

$$p_2 = H$$

$$\therefore p_1 = H - h\rho g$$

$$H - (H - h\rho g) = \frac{2T}{r}$$

$$\therefore h\rho g = \frac{2T}{r}$$

————— (i)

இச் சூத்திரத்திலிருந்து r குன்றின் h அதிகரிக்கும் என்பதையும் அறியமுடிகின்றது. மேலும் குழாயின் உயரம் l ஆனது h இலும் சிறிதாயின் நீரின் மேற்பரப்பு குழாயின் உச்சியை θ என்னும் கூர்ங்கோணத்தையுடைய தொடுகைக் கோணத்தில் சந்திக்கும் இதன் பிரகாரம் நீரின் வளைவினரை R வருமாறு தரப்படும் $R = r$ கோசை θ ; இங்கு r குழாயின் ஆரையாகும்.

$$\text{அத்துடன் } l\rho g = 2T \text{ கோசை } \theta$$

————— (ii)

$$(ii) \div (i) \frac{l}{h} = \text{கோசை } \theta \text{ பெறப்படும்.}$$

இத்தகைய சந்தர்ப்பங்களில் தொடுகைக்கோணம் மேலுள்ள சமன் பாட்டுக்கிணங்க மாற்றும் அடையும்.

கண்ணாடியில் இரசத்தின் விழுகை

r என்னும் ஆரையுடைய மயிர்த்துளைக் குழாயில் இரசத்தின் விழுகை h எனவும் p_2 வளைந்த மேற்பரப்புக்குள் உள்ள இரசத்தின் அழுக்கம் எனவும் p_1 வெளியிலுள்ள அழுக்கமெனவும் கொள்ளப்படுகின்றன.

$$p_2 - p_1 = \frac{2T \text{ கோசை } \theta}{r} \text{ ஆகும்:}$$

$$p_1 = H$$

$$p_2 = H + h\rho g \text{ (இங்கு } H \text{ Nm}^{-1} \text{ இல் உள்ள வளிமண்டல அழுக்கம்)}$$

$$\therefore H + h\rho g - H = \frac{2T \text{ கோசை } \theta}{r}$$

$$\therefore h\rho g = \frac{2T \text{ கோசை } \theta}{r}$$

$$\therefore h = \frac{2T \text{ கோசை } \theta}{r\rho g}$$

ஒடுங்கிய குழாய் ஆயின் தாழ்வு அதிகரிக்கும்.

எயரினாய் கருவியில் மேற்பரப்பிழுவிசையின் விளைவு

p க் குழாய் அல்லது எயரினாய் கருவிகளால் திரவங்களின் அடர்த்திகளை அல்லது தன்னீர்ப்புக்களை துணியும் பொழுது பெரும்பாலும் மேற்பரப்பிழுவிசையினால் ஏற்படும் விளைவுகளை கருத்திற் கொள்வதில்லை. குழாய்கள் அகலமாயின் இவ்விளைவைப் புறக்கணிக்கலாம். ஆனால் அவை ஒடுங்கியனவாயின் மேற்பரப்பிழுவிசையால் ஏற்படும் விளைவையும் வருமாறு கருத்திற் கொள்ளலாம்.

உதாரணமாக எயரினாய்க் கருவியை எடுத்துக்கொண்டால் p என்பது B என்னும் முகவையிலுள்ள புயத்தில் திரவமேற்பரப்பிற்கு மேலுள்ள வெளியிலுள்ள அழுக்கமாகும். p_1 அப்புயத்தில் திரவமேற்பரப்பிற்குச் சற்று கீழுள்ள அழுக்கமாகும். அப்புயத்தின் ஆரை r_1 எனவும் திரவத்தின் மேற்பரப்பிழுவிசை T_1 எனவும் கொள்ளின்

$$p - p_1 = \frac{2T_1}{r_1}$$

$$\text{ஆனால் } p_1 = H - h_1\rho_1 g$$

$$\therefore p - H + h_1\rho_1 g = \frac{2T_1}{r_1}$$

$$\therefore H - p = h_1\rho_1 g = \frac{2T_1}{r_1} \text{ ----- (1)}$$

C என்னும் முகவையிலுள்ள திரவத்தின் மேற்பரப்பிழுவிசை T_2 எனவும் அதிலுள்ள புயத்தின் ஆரை r_2 எனவும் கொள்ளின் முந்திய வாசித்தலின்படி

$$H - p = h_2 \rho_2 g - \frac{2T_2}{r_2} \quad \text{----- (ii)}$$

(i) இலும் (ii) இலமிருந்து

$$h_2 \rho_2 g - \frac{2T_2}{r_2} = h_1 \rho_1 g - \frac{2T_1}{r_1}$$

$$h_2 \rho_2 g = h_1 \rho_1 g - 2 \left(\frac{T_1}{r_1} - \frac{T_2}{r_2} \right)$$

$$\therefore h_2 = h_1 \frac{\rho_1}{\rho_2} - \frac{2}{\rho_2 g} \left(\frac{T_1}{r_1} - \frac{T_2}{r_2} \right)$$

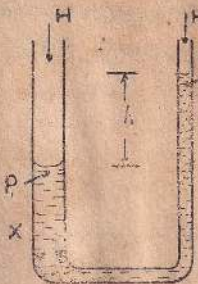
C இலுள்ள திரவம் நீர் ஆயின் $\rho_2 = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

$$\therefore h_2 = \frac{\rho_1 \cdot h_1}{1000} - \frac{2 \times 10^{-3}}{g} \left(\frac{T_1}{r_1} - \frac{T_2}{r_2} \right)$$

இங்கு h_2 ஐ v அச்சிலும் h_1 ஐ x அச்சிலும் கொண்டு வரைபை அமைப்பின் அது நேர்கோடாக அமையும் வரைபின் சாய்வுவீதம் ρ_1 ஐ அதாவது முகவை B இலுள்ள திரவத்தின் அடர்த்தியைத் தரும். இம் முறையினால் கணிப்பைச் செய்யும் பொழுது மேற்பரப்பிழுவிசையின் விளைவு தவிர்க்கப்படுவது குறிக்கத்தக்கது.

U - குழாயில் மேற்பரப்பிழுவிசையின் விளைவு

r_1, r_2 ($r_1 > r_2$) ஆரைகையுடைய புயங்களைக் கொண்ட ஒரு U குழாயினுள் ρ அடர்த்தியுடைய திரவம் உள்ளதெனக் கொள்க. இரு புயங்களிலுமுள்ள திரவமட்ட வித்தியாசங்களை h என்க.



$$\text{வளிமண்டல அழுக்கம்} = H$$

அகன்ற குழாயில் பிறையருவின் கீழ் உள்ள அழுக்கம் = p_1 மறு குழாயில் பிறையருவின் கீழுள்ள அழுக்கம் = p_2

படம் 23

$$\text{பிறையருக்களுக்கு } H - p_1 = \frac{2T}{r_1} \text{ கோசை } \theta$$

$$H - p_2 = \frac{2T}{r_2} \text{ கோசை } \theta$$

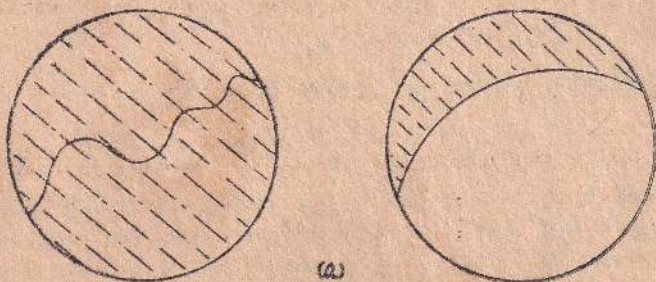
$$\text{ஆனால் } p_1 - p_2 = h\rho g$$

$$\therefore h\rho g = 2T \text{ கோசை } \theta \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

$$h = \frac{2T}{\rho g} \text{ கோசை } \theta \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

இரு புயங்களும் சம ஆரைகளை யுடையனவாயின் மேற்பரப்பிழு விசை விளைவுகள், h ஐப் பாதிக்கா.

இழையொன்றின் ஒரு பக்கத்திலுள்ள சவர்க்காரப் படலம் இழையை இழுக்கும்பொழுது இழையினில் செயற்படும் இழுவையைத் துணிதல்

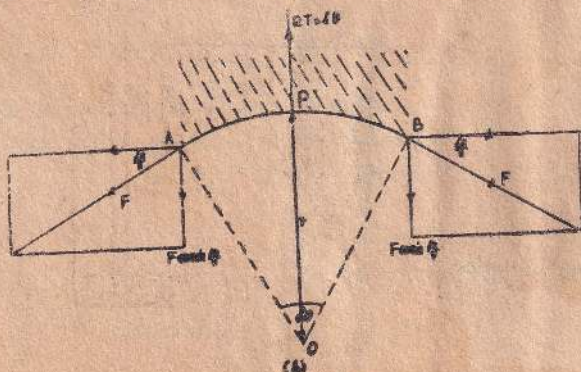


(a)

படம் 24

(b)

ஒரு சும்பி வளையத்தில் விரிக்கப்பட்ட சவர்க்காரப் படல மொன்றின் மீது படம் 24 (a) இல் காட்டியவாறு இடப்பட்ட இழையை அவதானிக்க. இழை அங்குமிங்கும் நெளிந்திருக்கும். இழையின் ஒரு பக்கத்திலுள்ள படலத்தை உடைத்துவிடுக. அப் பொழுது இழை எஞ்சிய படலத்தால் வில் வடிவத்தை உடையதாக இழுக்கப்பட்டிருப்பதை அவதானிக்க படம் 24 (b).



படம் 25

இவ்வில்லில் செயற்படும் இழுவையை துணிதற்கு படம் 25 இல் காட்டப்பட்ட APB என்னும் சிறு மூலகத்தை நோக்குக. P இலுள்ள வளைவினாரை r எனவும் வில்லினது மையம் O வில் அது ஆக்கும் கோணம் θ எனவும் கொள்க. அப்பொழுது AB இன் நீளம் $r\theta$ ஆகும். AB மூன்று விசைகள். தாக்க சமநிலையில் இருக்கின்றது. A இலும் B இலும் இழையில் தாக்கும் விசைகள் F ஆனவை அப்புள்ளிகளில் தொடலிகளின் வழியே தொழிற்படுகின்றன. மேற்பரப்பிழை விசையால் ஆனவிசை $2Tr\theta$, P இல் செங்குத்தாகத் தொழிற்படுகின்றது. F என்னும் விசைகள் OP க்குச் செங்குத்தாகவும் சமாந்தரமாகவும் கூறுபோடப்படின OP க்குச் செங்குத்தாகத் தொழிற்படும் கூறுகள் எல்லாம் நொதுமற்படுகின்றன. ஆனால் OP க்குச் சமாந்தரமாகச் செயற்படும் கூறுகள் பின்வரும் சமன்பாட்டிற் கிணங்கத் தொழிற்படுகின்றன.

$$\text{அதாவது } 2Tr\theta = 2F \text{ சைன் } \frac{\theta}{2}$$

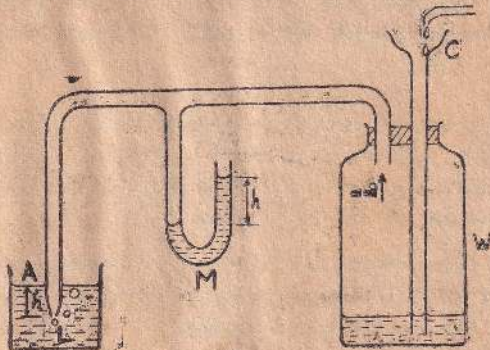
இங்கு θ சிறிதாகையால் சைன் $\frac{\theta}{2}$ ஆனது $\frac{\theta}{2}$ இற்குச் சமனாகும்.

$$\therefore 2Tr\theta = 2.F. \frac{\theta}{2}$$

$$F = 2Tr$$

இங்கு F இழையில் தொழிற்படும் விசையாகும்

மேலும் F இழையில் எவ்விடத்திலிருப்பினும் T என்னும் மேற்பரப்பிழைவிசை ஒரே அளவினதாக இருப்பதாலும் இழையிலுள்ள இழுவை F உம் நீளம் பூராக ஒரே மாறிலியாக இருப்பதனாலும் இழை ஒரு வட்டவில் வடிவத்தையே எடுக்கும்.



மேற்பரப்பிழுவிசையை யேகரின் முறையால் துணிதல்

ஒரு திரவத்துக்குள் குமிழியொன்றை உண்டாக்கி அதன் அழுக்க மிகையை அளப்பதன்மூலம் யேகர் ஒரு திரவத்தின் மேற்பரப்பிழுவிசையைத் துணித்துள்ளார், இவர் உபயோகித்த உபகரணத்தினதும் கொள்கையினதும் விபரங்கள் வருமாறு:

உபகரணம் படம் 26 இல் காட்டியதுபோல் ஒடுங்கிய நுணியைக் கொண்ட A என்னும் குழாய், M என்னும் அழுக்கமானிக் கும், W என்னும் பாத்திரத்துக்கும் தொடுக்கப் பட்டுள்ளது. C என்பது ஒரு புனல் இதற்கூடாக நீரை W இனுள் விழுத்து எதன் மூலம் வளியை A இனுந் மெதுவாகச் செலுத்த முடிகின்றது. குழாய் A ஆனது ஒரு முகவைக்குள்ளிருக்கும் L என்னும் மேற்பரப்பிழுவிசை துணியப்போகும் திரவத்துள் வைக்கப் பட்டுள்ளது. இதன் நுணியில் ஒரு குமிழியானது, வளி மெதுவாகச் செலுத்தப்படும்பொழுது உண்டாகும். இவ்விதம் உண்டாகும் குமிழி அதன் ஆரை, குழாய் A இன் ஆரைக்குச் சமமாக வரும்பொழுது உறுதியில்லாச் சமநிலையை அடைகின்றது. அப்பொழுது அது A இலிருந்து ஒடிந்து வெளியேறுகின்றது. இவ்விதம் குமிழிகள் தொடர்ச்சியாக உண்டாகி ஒடிந்து வெளியேறுகின்றன.

அதாவது A இற் கூடாக வளி செலுத்தப் படுப்பொழுது குமிழியொன்று வளர்கின்றது. அதன் ஆரை குறைகின்றது. அது அடையக் கூடிய மிகக் குறைந்த ஆரை, குழாயின் நுணியின் ஆரையாகும். அதனால் அதனுள் உள்ள அழுக்கம் அதி உயர்வுக்கு அதிகரித்து பின்பு அது ஒடிக்கின்றது. M என்னும் அழுக்கமானியிலிருந்து அதிஉயர் அழுக்கவித்தியாசம் அளக்கப்படும். இவ்வாறு பல குமிழிகள் வளரும் பொழுது ஒரு தொடரில் அவதானிப்புக்கள் எடுக்கப்படும். அழுக்கமானி மிகத்தாழ்ந்த அடர்த்தியுள்ள திரவத்தை கொண்டுள்ளதால் சிறு அழுக்க வித்தியாசங்களும் பெருப்பித்து காட்டப்படும்.

குமிழியிலுள்ள அழுக்கம் அதிஉயர்வாக இருக்கும்பொழுது அழுக்கமானியின் திரவமட்டங்களின் அதிஉயர் வித்தியாசம் h எனவும் வளிமண்டல அழுக்கம் H எனவும் கொள்ளப்படின் குமிழியிலுள்ள அழுக்கம் = $H + h\rho g$ ஆகும்.

குமிழிக்கு வெளியிலுள்ள அழுக்கம் = $H + h_1\rho_1 g$ இங்கு h_1 ஆனது A இன் துவாரத்தினது ஆழத்தையும் ρ_1 முகவையிலுள்ள திரவத்தின் அடர்த்தியையுங் குறிக்கின்றன.

$$\therefore \text{குமிழியிலுள்ள அழுக்கமிகை} = (H + h\rho g) - (H + h_1\rho_1 g) \\ = h\rho g - h_1\rho_1 g$$

அத்துடன் அழுக்கமிக்கை = $\frac{2T}{r}$ இரு குழாயின் நுனியின் ஆரையாகும்.

$$\therefore \frac{2T}{r} = h\rho g - h_1\rho_1 g$$

$$\therefore T = \frac{rg}{2} (h\rho - h_1\rho_1)$$

மேலும் வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளுக்கு மேற்பரப்பிழுவிசை காணவேண்டின் முகவைக்குள் குடான திரவத்தை ஊற்றுவதன் மூலம் அவ்வவ் வெப்பநிலைகளுக்குரிய மேற்பரப்பிழுவிசைகளையும் துணியலாம். நீருடன் இப்பரிசோதனை திகழ்த்தும்பொழுது வெப்பநிலை அதிகரிக்க மேற்பரப்பிழுவிசை குன்றுகிறதை அவதானிக்க முடிகின்றது. பொதுவாக திரவங்களின் மேற்பரப்பிழுவிசைகள் வெப்பநிலைகள் அதிகரிக்கும்பொழுது குன்றுகின்றன.

இம்முறையின் முக்கியத்துவம்

- (i) மேற்பரப்பிழுவிசையை பல வெப்பநிலைகளில் துணியலாம்.
- (ii) கரைசலின் வெவ்வேறு வளிவுகளில் மேற்பரப்பிழுவிசையைத் துணியலாம்.
- (iii) உருகிய உலோகங்களின் மேற்பரப்பிழுவிசையைத் துணியலாம்.
- (iv) இரு திரவங்களின் மேற்பரப்பிழுவிசைகளை ஒப்பிடலாம்.

அணுகுலங்கள்

(i) குழாயின் நுனியில் மட்டுமே ஆரை அளக்கப்படுவதால் துளையின் சரிநீர்மையால் ஏற்படும் வழு தவிர்க்கப்படும்.

(ii) திரவத்துக்கும் வளிக்கும் இடையிலுள்ள முகம் அதாவது திரவ-வளி இடைமுகம் தொடர்ச்சியாகப் புதுப்பிக்கப்படுவதால் குமிழியின் மேற்பரப்பில் அழுக்குகள் படிவதில்லை. இதனால் திருத்தமான பெறுமானம் மேற்பரப்பிழுவிசைக்கும் பெறலாம்.

பிரதிகூலம்:- குமிழ் உடையும் போது அதன் விட்டம் குழாயின் நுனியின் விட்டத்திற்கு சமனாக இல்லாதிருக்கலாம்.

இரு கிடையான தட்டுக்களுக்கிடையே சிறு நீர்த்துளி இருக்கும் பொழுது தட்டுக்களை பிரித்தெடுப்பதற்கு வேண்டிய விசை



படம் 27

இரு கிடையான தட்டுகளுக்கிடையே பரப்பு A உம் தடிப்பு d உம் உடைய ஒரு திரவப் படை உள்ளதெனக் கொள்க. இத் திரவத்தின் பரப்பிழுமையை T எனவும் தொடுகைக் கோணத்தை θ எனவும் கொள்க. திரவத்தின் சுயாதீன மேற்பரப்புகள் பிறையருவில் இருக்கும். எனவே திரவத்தினது உள்ளும் வெளியிலும் ஓர் அழுக்க வித்தியாசம் இருக்கும்.

$$\text{இம் மிகை அழுக்கம்} = \frac{2T \text{ கோசை } \theta}{d}$$

$$\text{எனவே ஒரு தட்டில் தாக்கும் மேலதிக விசை} = \frac{2T \text{ கோசை } \theta}{d} A$$

$$\text{ஆகவே தட்டைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு வேண்டிய விசை} \\ = \frac{2TA}{d} \text{ கோசை } \theta N$$

உதாரணங்கள்

1. மி.மீ. ஆரையுடைய ஒரு நீர்த்துளியானது 10^6 நீர்த்துளிகளாக சிந்தப்பட்டுள்ளது. இத்துளிகள் யாவும் ஒரே பருமன் உடையன வாக இருப்பின் சிந்தப்படுகையில் செலவான சத்தியைக் காண்க. நீரின் மேற்பரப்பிழுவிசை $7.2 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$

$$\text{பெரியதுளியின் மேற்பரப்பின் பருமன்} = 4\pi(0.1)^2 = 0.04\pi \text{ cm}^3$$

$$\therefore \text{கனவளவு} = \frac{4}{3}\pi \times (0.1)^3$$

$$= \frac{0.004\pi}{3} \text{ cm}^3$$

$$\text{சிந்தப்பட்ட துளிகளின் எண்ணிக்கை} = 10^6$$

ஒவ்வொரு துளியினதும் ஆரையை r என்க.

$$\text{ஒவ்வொரு துளியினதும் கனவளவு} = \frac{4}{3}\pi \times r^3$$

$$\therefore 10^6 \times \frac{4}{3}\pi \times r^3 = \frac{4}{3}\pi \times (0.1)^3$$

$$r^3 = \frac{(0.1)^3}{10^6}$$

$$\therefore r = \frac{0.1}{100} = 0.001 \text{ cm}$$

$$10^6 \text{ துளிகளினதும் மொத்த மேற்பரப்பு} = 10^6 \times 4\pi \times (0.001)^2 \\ = 4\pi \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{பரப்பு அதிகரிப்பு} &= 4\pi (1 - 0.01) \times 10^{-6} \text{ m}^3 \\ \text{செலவான சத்தி} &= 4 \times \frac{2}{7} \times 0.99 \times 10^{-6} \times 7.2 \times 10^{-3} \\ &= \end{aligned}$$

2. ஒரு சிறு துவாரமுடைய சிறு பொட்கோளம் 40cm ஆழத் துக்கு நீரில் நீர் உள்புகுமுன் அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது. நீரின் மேற்பரப்பிழுவிசை 73 தைன்/சமீ. எனின் துவாரத்தின் ஆரையைக் காண்க. துவாரத்தின் ஆரையை r என்க.

40 சமீ. ஆழத்தில் நீரின் அழுக்கமிகை = $40 \times 1 \times 980$ தைன்/சமீ.² பொட்கோளத்தினுள் நீர் உள்புகுமுன் துவாரத்தின் ஆரையுடைய ஒரு வளிக்கமுழி தப்பி வெளியேறுகிறது. எனவே,

$$\text{குமிழியின் அழுக்கமிகை} = \frac{2T}{r} = \frac{2 \times 73}{r}$$

$$\therefore \text{சமநிலையில் } \frac{2T}{r} = 40 \times 1 \times 980$$

$$\frac{2 \times 73}{r} = 40 \times 980$$

$$\therefore r = \frac{2 \times 73}{40 \times 980} = 0.0037 \text{ சமீ.}$$

3. 0.5 மிமி. விட்டமுடைய ஒரு மயிர்த்துளைக் குழாய் $3 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ மேற்பரப்பிழுவிசையுடைய திரவத்தினில் நிலைக்குத்தாக அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது. திரவத்தின் தன்னீர்ப்பு 0.8. அத்துடன் அது குழாயை நனைக்கின்றது. குழாயில் திரவத்தின் எழுகையைக் கணிக்க.

திரவத்தின் எழுகையை h என்க.

$$\frac{2T}{r} = h\rho g$$

$$\therefore h = \frac{2T}{r\rho g} = \frac{2 \times 3 \times 10^{-2}}{0.25 \times 10^{-3} \times 800 \times 9.8} = 0.306 \text{ m}$$

4. 135° தொடுகைக்கோணமுடைய திரவத்தினுள் 0.02 சமீ. ஆரையுடைய கண்ணாடிக் குழாய் அமிழ்த்தப்பட்டின் திரவம் எவ்வளவால் தாழ்த்தப்படும்? திரவத்தின் மேற்பரப்பிழுவிசை $547 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$

$$\text{அடர்த்தி} = 13.5 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$$

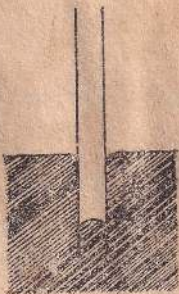
திரவத்தின் விழுகையை h என்க.

(படம் 28)

$$\frac{2T \text{ கோசை } \theta}{r\rho g}$$

$$\therefore h = \frac{2 \times 547 \times 10^{-3} \times \text{கோசை } 45}{0.02 \times 10^{-2} \times 13.5 \times 10^3 \times 9.81}$$

$$\therefore \text{தாழ்வு} = 2.92 \text{ சமீ.}$$



5. ஒரு Uக் குழாயினது புயங்களின் விட்டங்கள் முறையே 2 சமீ. உம் 2 மிமீ. உமாகும். நிலைக்குத்தாசுவிருக்கும் Uக் குழாய்க்குள் $70 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ மேற்பரப்பிழுவிசையுடைய திரவம் விடப்பட்டது. இரு புயங்களிலுமுள்ள திரவமட்டங்களின் வித்தியாசத்தைக் காண்க. திரவத்தின் அடர்த்தியை 10^3 kgm^{-3} என்றும் தொடுகைக்கோணத்தை 0° எனவுங் கொள்க. (படம் 23 பக்கம் 25)

ஒடுங்கிய குழாயிலுள்ள திரவமட்டம் மற்றதிலும் பார்க்க உயரமாக இருக்கும். அதிலுள்ள பிறையருவுக்குக் கீழுள்ள அழுக்கத்தை p_2 என்க.

வளிமண்டல அழுக்கம் = H

$$\therefore H - p_2 = \frac{2T}{r_2}$$

$$H - p_2 = \frac{2T}{0.1 \times 10^{-2}} \quad \text{----- (i)}$$

அகலமான குழாயில் பிறையருவுக்குக் கீழிருக்கும் அழுக்கம் p_1 எனின்,

$$H - p_1 = \frac{2T}{1 \times 10^{-2}} \quad \text{----- (ii)}$$

$$(i) - (ii) = (H - p_2) - (H - p_1) = \left(\frac{2T}{0.1} - \frac{2T}{1} \right) 100$$

$$p_1 - p_2 = 2T (10 - 1) 100$$

$$p_1 - p_2 = 2 \times 70 \times 10^{-3} \times 900$$

$$\text{ஆனால் } p_1 - p_2 = h\rho g$$

$$h \times 10^3 \times 9.8 = 2 \times 7 \times 9$$

$$h = .013 \text{ m}$$

6. ஓர் எயரினியக் கருவியினது இரு நிலைக்குத்துக் குழாய்களினதும் உள்விட்டங்கள் 2 மிமீ. ஆகும். ஒவ்வொரு புயமும் நீரிலும் குளோறபோமினும் அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளன. நீரினதும் குளோறபோமினதும் மேற்பரப்பிழுவிசைகள் முறையே 73×10^{-3} $27 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ எனவும் குளோறபோமின் தன்சீர்ப்பு 1.5 எனவுங் கொண்டு முகவையிலுள்ள குளோறபோமுக்கு மேலுள்ள உயரத்தைக் காண்க.

$$\text{நீர் நிரலின் உயரம்} = 20 \text{ cm}$$

வளிமண்டல அழுக்கத்தை H எனவும் குழாயிலுள்ள திரவ நிரல்களுக்கு மேலுள்ள அழுக்கத்தை p எனவும் கொள்க. குளோர போம் நிரலின் உயரத்தை h என்க.

$$\text{நீருக்கு: } p - (H - 2 \times 10^3 \times 9.8) = \frac{2 \times 73 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-3}}$$

குளோரபோமிற்கு:

$$P - (H - h \times 1.5 \times 10^3 \times 9.8) = \frac{2 \times 27 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-3}}$$

இவற்றிலிருந்து $h = 0.1271 \text{ m}$.

7. 2cm , 3cm ஆரைகையுடைய இரு சவர்க்காரக் குமிழ்கள் முறையே x, y வளியில் தனித்தனியாக உண்டாகியுள்ளன. இவை இரண்டும் வெளிப்புறமாகத் தொடுகையில் இருப்பின், அப்பொதுப் படலத்தின் வளைவாரை என்ன?

x, y இன் உள்ளழுக்கங்களை முறையே p_1, p_2 என்க.

வளிமண்டல அழுக்கத்தை p_0 என்க.

பொதுப் படலத்தின் வளைவாரையை r மீ என்க.

$$\text{குமிழ் } X \text{ இற்கு; மேலதிக அழுக்கம்} = p_1 - p_0 = \frac{4T}{.02} \text{ --- (i)}$$

$$\text{குமிழ் } y \text{ இற்கு; } p_2 - p_0 = \frac{4T}{.03} \text{ --- (ii)}$$

$$\text{பொதுப்படலத்திற்கு; } p_1 - p_2 = \frac{4T}{r}$$

$$(i) - (ii) \text{ இலிருந்து } p_1 - p_2 = 4T \left(\frac{1}{.02} - \frac{1}{.03} \right) = \frac{4T}{r}$$

$$r = 0.06 \text{ m}$$

பொதுப்படலத்தின் வளைவாரை $= 0.06 \text{ m}$. இது y யை நோக்கி குவிவானதாக இருக்கும்.

வினாக்கள்

- ஒரு கண்ணாடித்தட்டு அதன் தளம் நிலைக்குத்தாகவும், 10cm நீளமுள்ள ஓரம் கிடையாகவும் இருக்கத்தக்கதாக ஒரு தராசின் ஒரு புயத்தில் தொங்கவிடப்பட்டு சமநிலைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பின்பு சவர்க்காரக் கரைசலைக் கொண்ட சிறு தாழி 10cm ஓரத்துக்குச் சற்று கீழ் கொண்டுவரப்பட்டு பின் மெதுவாக உயர்த்தப்பட்ட பொழுது ஒரு சவர்க்காரப் படலம் தட்டின் கீழ் ஓரத்தில் உண்டாகியது. தட்டின் சமநிலையை மீட்பதற்கு 0.6g

தராசின் மறுதட்டில் இடப்பட்டது. சவர்க்காரக் கரைசலின் மேற்பரப்பிழுவிசையைக் கணிக்க. (விடை: $29.4 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$)

2. ஒரு திரவத்தின் மேற்பரப்பிழுவிசையை அளப்பதற்கு ஒரு சுருக்கமான முறையைத் தருக.

10 cm நீளமும் 1.54 cm அகலமும் 0.20 cm தடிப்பும் உடைய கண்ணாடித்தட்டு வளியில் 8.2 g நிறுக்கின்றது. தட்டு நிலைக்குத்தாகவும் அதன் நீளப்பக்கம் சிடையாசவும் அதன் மேல் அரைவாசி நீரில் அமிழ்ந்துத் தொங்குமாயின் அதன் தோற்ற நிறை என்ன? நீரின் $T = 73 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$

(விடை: $8.18 \times 10^{-3} \text{ kg}$)

3. 0.1 மி.மீ. துளையுடைய நிலைக்குத்தான மவிர்த்துளைக்குழாயில், வெளியிலுள்ள நீரின் மேற்பரப்புக்குமேல், எழுந்த நீரின் உயரத்தைக் கணிக்க. நீரின் தொடுகைக் கோணம் $= 0^\circ$, $T = 7.5 \times 10^{-4} \text{ Nm}^{-1}$

(விடை: 206 m)

4. திரவமொன்றின் மேற்பரப்பிழுவிசையை வரையறுக்க. இதன் பெறுமானத்தை எவ்வாறு அறிகோற்றுக்குத் துணியலாம். வெளியிலுள்ள திரவமேற்பரப்புக்கு மேல் ஒரு குழாயில் நீர் 5.8 cm எனின், அதே குழாய் ஓர் இரசத்தாழியில் வைக்கப்படின், என்ன நிகழும் என்பதை விரிப்படம் மூலம் காட்டுக. குழாயில் இரசத்தின் உள் மேற்பரப்பிற்கும் வெளியிலுள்ள இரசத்தின் மேற்பரப்பிற்கும் உள்ள திரவமட்ட வித்தியாசத்தைக் காண்க. நீரின் பரப்பிழுவிசை $T = 73 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$; இரசத்தின் $T = 547 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$, இரசத்தின் தொடுகைக்கோணம் 130° , இரசத்தின் அடர்த்தி $= 13.6 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

(விடை: 2cm)

5. முறையே 1 மி.மீ. யும் 0.5 மி.மீ. யும் உள்ள வீட்டங்களைக் கொண்ட புயங்கடையுடைய Uக் குழாயிலுள்ள இரு புயங்களிலுள்ள நீர்மட்ட வித்தியாசத்தைக் காண்க. நீரின் $T = 73 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$

(விடை: 3.06 cm)

6. மேற்பரப்பிழுவிசை, மேற்பரப்புச்சத்தி என்பவற்றை வரையறுக்க. ஒரு சவர்க்காரக் குமிழியிலுள்ள அழுக்கியிகை எனைக் காட்டுக.

இரு சமாந்தரத் தட்டுக்களுக்கிடையே நீர்த்துளியொன்று வைக்கப்பட்டு இரு தட்டுக்களும் இறுக அடத்தப்பட்டன. அப்பொழுது நீர் 0.01 cm. தடிப்பும், தட்டின் நீர் நனைந்த பாகம்

10cm². ஆகவும் இருந்தது. இரு தட்டுக்களையும் ஒன்றுடன் ஒன்று இழுக்கும் மேற்பரப்பிழுவிசையாலான விசை என்ன? நீரின் $T = 75 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$ (விடை: 0.153 kg)

7. 800 kg m^{-3} அடர்த்தியுடைய திரவத்தைக் கொண்ட Uக் குழாய் அழுக்கமானிக்கு 1.6 cm விட்டமுடைய சவர்க்காரக் கோளக்குமிழி தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இரு புயங்களிலுமுள்ள திரவமட்ட வித்தியாசம் 1.5 mm ஆயின் சவர்க்காரக் கரைசலின் மேற்பரப்பிழுவிசையைக் கணிக்க. (விடை: $23.5 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$)

8. மேற்பரப்பிழுவிசை கானும் யேகரின் முறையை விவரிக்க. 0.2 mm ஆரையுடைய மயிர்த்துளைக் குழாய் நிலைக்குத்தாக அதன் கீழ்முனை 4 cm . நீரின் மேற்பரப்பிற்குக் கீழிருக்க வைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் மேல்முனை T வடிவக் குழாயினால் ஒரு நீர் அழுக்கமானிக்குத் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அத்துடன் வளியைக் கொள்ளும் ஒரு இறப்பர்க் குமிழும் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. நிலைக்குத்துக் குழாயின் அடி முனையில் ஓர் அரைக் கோள வளிக் குமிழி உண்டாகும் வரை இறப்பர்க் குமிழ் அழுக்கப்படுகின்றது. அப்பொழுது அழுக்கமானியிலுள்ள நீர் மட்ட வித்தியாசம் 10.6 cm ; இவ்வவதானிப்புக்கள் நீரின் மேற்பரப்பிழுவிசைக்கு என்ன பெறுமானத்தைத் தரும்? (விடை: $64.8 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$)

9. மேற்பரப்பிழுவிசையை வரையறுக்க r ஆரையுடைய சவர்க்காரக் குமிழியின் அழுக்கமிகைக்கு ஒரு கோவையைப் பெறுக. 1 mm . விட்டமுடைய கொதிநீராவிக்குமிழியொன்று 10 cm ஆழத்தில் முகவையிலுள்ள நீரின் மேற்பரப்புக்குக் கீழ் உண்டாகியது. பாரமானி அழுக்கம் 75.10 cm . இரசம் எனின் குமிழிக்குள் உள்ள நீராவியின் அழுக்கத்தைக் காண்க. நீரின் அடர்த்தி 960 kg m^{-3} . அதன் $T = 60 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$ (விடை: 75.99 cm . இரசம்)

10. ஒரு சவர்க்காரக் குமிழியின் மேற்பரப்பிழுவிசையை எவ்வாறு காணலாம்.

3 cm . ஆரையுடைய குமிழியை ஊதுவதற்குச் செய்யப்படும் வேலையைக் காண்க. சவர்க்காரக் கரைசலின் $T = 25 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$ (விடை: $56.6 \times 10^{-6} \text{J}$)

11. 5 cm. விட்டமும் 1.85 g நிறையுமுடைய வட்டக் கம்பி அதன் தளம் கிடையாக இருக்க ஓர் உணர்திறன் மிக்க தரர் சின் ஒரு புயத்தில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. ஒரு முகவை நீரானது வட்டக் கம்பியைத் தொடும் வரை உயர்த்தப்படுகின்றது. நீரின் $T = 75 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$. ஆயின் கம்பியை நீருக்கு வெளியே தூக்குவதற்கு மறுதட்டில் என்ன நிறை வைக்கப்படல் வேண்டும்? (விடை: 4.25 g)
12. 0.4 mm விட்டமுடைய ஒரு கிடையான மயிர்த்துளைக் குழாய் சிறிதளவு நீரைக் கொண்டுள்ளது. ஒரு சிறு மாறும் மிகை அமுக்கம் p ஆனது குழாயின் ஒரு முனைக்கு பிரயோசிக்கும் பொழுது நிகழ்வவற்றை விவரிக்க. மறுமுனையில் நீரின் பிறையுரு தளமாவதற்கு பிரயோசிக்க வேண்டிய p இன் பெறுமானத்தைக் காண்க. நீரின் $T = 72 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$ (விடை: 720Nm^{-2})
13. "பரப்பிழுவிசை" யை வரையறுக்க. அதன் பரிமாணங்கள் யாவை? திரவமொன்றினுள் ஆக்கப்படும் ஒரு குமிழியினது வளைவின் பருமலானது அத்திரவத்தின் பரப்பிழுவையுடன் எத்தொடர்பு உடையதெனக் காட்டுக.
பின்வருவனவற்றைக் கணிக்க
(அ) 1.0 cm விட்டங் கொண்ட ஒரு சவர்க்காரக் குமிழியினுள் அமுக்கம்.
(ஆ) நன்னீர்க்குளமொன்றினது மேற்பரப்புக்குக் கீழ் 1 km ஆழத்தில் ஆக்கப்படுவதும் 1 cm. ஆரையுடையதுமான ஒரு வளிக்குமிழியினுள் அமுக்கம்.
வளிமண்டல அமுக்கம் = 10^5Nm^{-2} சவர்க்கார கரைசலின் $T = 28 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$. நீரின் $T = 70 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$
விடை: (அ) 100022.4Nm^{-2} (ஆ) 9900014Nm^{-2}
14. ஒரு சவர்க்காரப் படலத்தின் மேற்பரப்பிழுவிசையைக் காணும் முறையை விவரிக்க.
ஒரு மெல்லிய வட்ட இறப்பர் நாடா நீட்சியடையாதிருக்கும் பொழுது அதன் ஆரை 2 cm. ஆகும். இது ஒரு சட்டப்படலில் இருக்கும் சவர்க்காரப் படலத்தின் மீது வைக்கப்பட்டு நாடாவிற்ருள் உள்ள படலம் உடைக்கப்பட்டபொழுது வட்ட நாடா வெளியிலுள்ள படலத்தின் இழுவையால் நீட்சி அடைந்துள்ளது அப்பொழுது நாடாவின் ஆரை 2.1 cm. ஆகும். சவர்க்காரப் படலத்தின் மேற்பரப்பிழுவிசை $30 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$ ஆயின் அதன் நீளத்தை இரட்டிப்பதற்கு என்ன விசை வேண்டும்? நாடா நிறை மீன்தன்மையுடையதெனக் கொள்க.
(விடை: $2.52 \times 10^{-2} \text{N}$)

அலகு 9

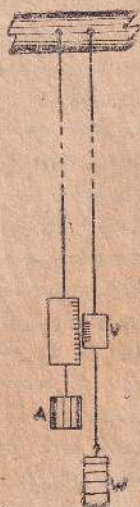
மீள் தன்மை

ஒரு பொருளின் மீது அதன் வடிவத்தை அல்லது பருமனை மாற்றும் பொருட்டு விசை உஞற்றப்படின் அவ்விசைக்கு எதிராக பொருள் தடை கொடுத்து விசை அகற்றப்பட்டதும் பழைய ஆரம்பநிலையை அடையின் அப்பொருள் மீள் தன்மையுள்ள பொருள் எனப்படும். இத் தன்மை பொருந்திய பொருள்கள் யாவும் மீள் தன்மைப் பொருள்கள் எனப்படும். பொருள், விசை உஞற்றப்படும் பொழுது எதிர்ப்புக் கொடாது இளகின் அப்பொருள் இளகு தன்மையுள்ள பொருள் எனப்படும். பொதுவாக பொருள்கள் முழுவதும் இவ் வெவ்வேறுகளுக்குள்ளேயேயிருக்கின்றன.

பொருள்களின் நீளத்தில் அதிகரிக்கும் விசையினால் ஏற்படும் மாற்றம்

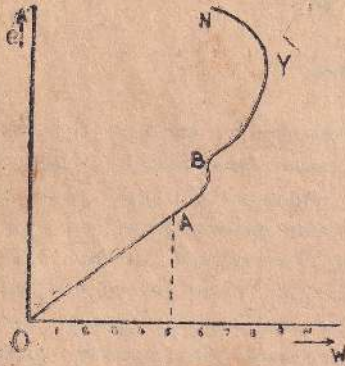
இரு உருக்குக் கம்பிகளுள் ஒன்றிற்கு (Q) விசை உஞற்றப்படும் பொழுது அதன் நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கு என்ன நிகழுமென்பதை பரிசோதனை வாயிலாக மற்றக் கம்பியுடன் (P) ஒப்பிட்டு வருமாறு பரிசீலித்தறியலாம்.

B என்னும் ஒரு விறைப்பான் தாங்கியில் P, Q என்னும் இரு உருக்குக் கம்பிகள் அருகருகே தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன. P என்னும் கம்பி தெழிவுகள் அல்லது முறுக்குகள் இல்லாதவாறு இருக்க A என்னும் நிறை அதன் கீழ் முனையில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. அத்துடன் இக் கம்பியில் சதம மீற்றரில் அளவீடு செய்யப்பட்ட M என்னும் அளவுத்திட்டமும் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அதற்கருகில் தொங்கும் கம்பி Q வில் V என்னும் வேணியர் அளவுத்திட்டம் M இன் வழியே நகர்த்தக்கவாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்விரு கம்பிகளுள் P என்பது மாட்டேற்றுக் கம்பியாகவும் (reference wire) Q பரிசோதனைக் கம்பியாகவும் தொழிற்படும் (படம் 30).



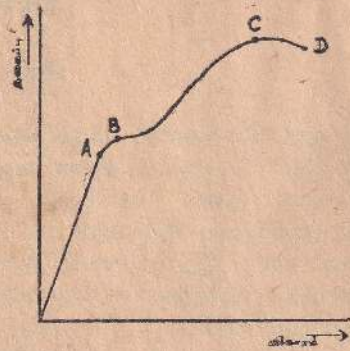
படம் 30

Q என்னும் கம்பியின் முனையில் வெவ்வேறு பருமன்களுடைய சுமை W தொங்கவிடப்பட்டு நீட்சிகள் குறிக்கப்படும். பின்பு நீட்சிகளை Y அச்சிலும் சுமைகளை X அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபடி படம் 31 (i) இல் காட்டியவாறு அமைக்கப்படும். இவ் வரையில்



(i)

படம் 31



(ii)

OA ஒரு நேர்கோடாக இருப்பதையும் அதன் பின்னே வரும் ABY ஒரு வளைவியாக முதலில் மெதுவாக உயர்ந்து பின் விரைவாக உயர்வதையும் அவதானிக்க முடிகின்றது. சுமையின் பருமன் படிப் படியாக 5 கிலோ கிராம் வரை அதிகரிக்கும் பொழுது நீட்சி சம அளவில் அதிகரிப்பதையும் அத்துடன் சுமையின் இவ்வெல்லைக்குள் சுமை அகற்றப்பட்டதும் கம்பி ஆரம்பநிலையை அடைவதையும் அவதானிக்க முடிகின்றது. 5 கிலோகிராமுக்கு மேலுள்ள சுமைகளுக்கு நீட்சி ஒன்றைவிட ஒன்று கூடுதலாக அதிகரித்துக்கொண்டு போவதையும் அத்துடன் இச்சுமைகள் அகற்றப்பட்டதும் கம்பி நிரந்தரமாக விகாரப்பட்டு ஆரம்பநிலையை அடைய முடியாதிருப்பதையும் அவதானிக்க முடிகின்றது. படம் 31 (i) இலுள்ள வரைபில் A என்னும் புள்ளி கம்பியின் மீள்தன்மை எல்லையைக் குறிக்கும் B என்பது இளகுநிலைப் புள்ளியைக் குறிக்கும். புள்ளி Aக்கு அப்பாலுள்ள வளைவி ABY பொருள் இளகுதன்மையடைந்த நிலையைக் காட்டுகின்றது மட்டுமன்றி அதிகரிக்கும் சுமைகளுக்கு விரைவான நீட்சி நிகழ்வதையும் விளக்குகின்றது. மேலும் Y என்னும் புள்ளி கம்பியின் இறுதகைப்பு நிலையையும் N என்னும் புள்ளி உடையும் நிலையையும் காட்டுகின்றது.

படம் 31 (ii) இலுள்ள வரைபு தகைப்புக்கும் விகாரத்துக்கும் கீறப்பட்ட வரைபாகும். இங்கும்,

A—மீள்தன்மை எல்லையையும்; B—இளகுநிலைப் புள்ளியையும்
C—இறுதகைப்பையும் D—உடையும் நிலையையும்

காட்டுகின்றன.

மீள்தன்மையிலுள்ள விதியும் பதங்களும் வருமாறு:-
தகைப்பு*



படம் 32

ஒரு பொருளின் ஓரலகு பரப்பில் செயற்படும் விசை தகைப்பு எனப்படும். கம்பியில் சுமை தொங்கவிடுவதால் ஏற்படும் தகைப்பு இழுவைத் தகைப்பு எனப் பெயர்பெறும்.

$$\text{இழுவைத் தகைப்பு} = \frac{\text{இழுவிசை (F)}}{\text{பரப்பு (A)}}$$

இதன் அலகு நியூற்றன் மீ⁻² (Nm⁻²)

இதன் பரிமாணம் = ML⁻¹ T⁻²

விகாரம்: தகைப்புற்றிருக்கும் பொருளொன்றினது வடிவத்தின் அல்லது பருமனின் பின்வமாற்றம் விகாரம் எனப்படும்.

இழுவைத் தகைப்புற்றிருக்கும் ஒரு அலகு நீளக் கம்பியில் ஏற்படும் நீட்சி இழுவை விகாரம் எனப் பெயர் பெறும். F என்னும் விசையானது A என்னும் வெட்டுமுகப்பரப்பும் l என்னும் நீளமும் உள்ள கம்பியில் செயற்படும் பொழுது நீட்சி e ஆயின்

$$\text{இழுவை விகாரம்} = \frac{\text{நீட்சி}}{\text{நீளம்}} = \frac{e}{l}$$

இதற்கு அலகு இல்லையாகும்.

மீள்தன்மை எல்லை: அதிகஉயர் தகைப்பின் கீழ் விகாரப்பட்டிருக்கும் பொருளொன்று சுமை அகற்றப்பட்டதும் தனது ஆரம்ப நிலையை அடைவின் அவ் அதி உயர்தகைப்பு அப்பொருளின் மீள்தன்மை எல்லை எனப்படும்.

மீள்தன்மைக் குணகம்: மீள்தன்மை எல்லைக்குள் பொருளொன்று விகாரப்பட்டிருக்கும் பொழுது, தகைப்புக்கும் விகாரத்துக்கும் உள்ள விகிதம் அப்பொருளுக்குரிய மீள்தன்மைக் குணகம் எனப்படும்.

யங்கின் குணகம்: ஒரு கம்பி மீள்தன்மை எல்லைக்குள் விகாரப்பட்டிருக்கும்பொழுது இழுவைத் தகைப்புக்கும் இழுவை விகாரத்துக்கும் உள்ள விகிதம் யங்கின் குணகம் அல்லது யங்கின் மட்டு எனப்படும்.

$$\text{மீள் தன்மைக் குணகம் } E = \frac{\text{தகைப்பு}}{\text{விகாரம்}}$$

$$\text{யங்கின் குணகம் } E = \frac{\text{இழுவைத் தகைப்பு}}{\text{இழுவை விகாரம்}}$$

$$E = \frac{F}{A} \left/ \frac{e}{l} \right. = \frac{Fl}{Ae}$$

இதன் அவகுகள் நியூற்றன் M^{-2} ; Nm^{-2} ; இதன் பரிமாணம் வருமாறு காணப்படும்.

தகைப்பின் பரிமாணம் = $\frac{MLT^{-2}}{L} = ML^{-1} T^{-2}$ விகாரம் பரிமாணமற்றது.

$$\therefore \text{யங்கின் குணகத்தின் பரிமாணம்} = ML^{-1} T^{-2}$$

இளகுநிலை: ஒரு பொருளினது பதார்த்தம் பாய ஆரம்பிக்கும் நிலை இளகு நிலை எனப்படும். இந்நிலைக்கப்பால் சுமை குறைக்கப் படினும் கம்பி தொடர்ந்து சிறிதளவு நேரம் நீழும்.

இறுதகைப்பு: ஒரு பொருள் உடையாத வண்ணம் இருக்கத் தக்கவாறு அதனில் தொங்கவிடக்கூடிய சுமையினால் ஏற்படும் உயர்தகைப்பு பொருளின் இறுதகைப்பு எனப்படும்.

ஊக்கின் விதி: மீள் தன்மை எல்லை மீறுதிருக்கும் வரை கம்பி யொன்றின் நீட்சி பிரயோகிக்கப்படும் சுமைக்கு நேர்விசிற சமமாகும். நீட்சி \propto சுமை

கம்பி வடிவத்திலுள்ள பதார்த்தத்தின் யங்கின்மட்டைத் துனிதல்

ஒரே பதார்த்தத்தினால் ஆன P, Q என்னும் இரு நீளக் கம்பிகள் படம் 32 இல் காட்டியவாறு அருகருகே தொங்கவிடப்படுகின்றன. இதனால் (i) Q என்னும் கம்பியில் நிறைகளை தொங்க விடும்பொழுது தாங்கி இளகநேரிடும். இவ்வழு இரு கம்பிகளுக்கும் பொதுவானதால் வழுத்திருத்தம் தவிர்க்கப்படும் (ii) வெப்பநிலை மாற்றத்தால் நிகழும் வழுவிற்குரிய திருத்தமும் தவிர்க்கப்படும்.

P, Q என்னும் இரு கம்பிகளும் முறுக்கில்லாதவாறு இறுக்கமாக சுமைகளை தொங்கவிடுவதன் மூலம் வைக்கப்படும். இங்கு P மாட்டேற்றுக் கம்பியாகவும் Q பரிசோதனைக் கம்பியாகவும் தொழிற்படும். Q இறுக்கமாக இருக்கும் இந்நிலையில் வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் உதவியுடன் M என்னும் அளவுத்திட்டம் வாசிக்கப்படும். அவ்வாசிப்பு Q வின் பூச்சியநிலை எனக் கொள்ளப்படும்.

பின்பு Q வில் $\frac{1}{2}$ கிலோகிராம் ரீதியில் 5 கிலோகிராம் வரை சுமை படிப்படியாக ஏற்றப்பட்டு வேணியரின் வாசிப்புக்கள் ஒவ்வொரு முறையும் குறிக்கப்படும். இதேபோல் மேற்கூறிய ரீதியில் நிறைகள் அகற்றப்பட்டும் வேணியர் வாசிப்புக்கள் குறிக்கப்படும். Q வின் நீளம் தாங்கு புள்ளியிலிருந்து வேணியரினது மேல் ஓரம்வரை மீற்றர் சட்டமொன்றினால் அளக்கப்படும். அத்துடன் கம்பியின் விட்டமும் ஐந்து அல்லது ஆறு இடங்களில் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் செங்குத்தாக இரு வாசிப்புகள் திருகு நுண்மானியால் அளக்கப்படும். இவ்வளவைகள் யாவும் வருமாறு அட்டவணைப்படுத்தப்படும்.

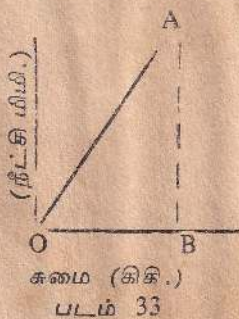
கம்பியின் ஆரம்ப நீளம் (l) = ---

கம்பியின் சராசரி விட்டம் (d) = ---

வேணியரின் பூச்சியநிலை வாசிப்பு = ---

ஒவ்வொரு சுமைக்குமுரிய கம்பியின் நீட்சி அப்பொழுதுள்ள வேணியரின் வாசிப்பிலிருந்து பூச்சியநிலை வாசிப்பைக் கழிப்பதன் மூலம் பெறப்படும்.

சுமை W (கிகி. இல்)	நீட்சி (மீ. இல்)		சராசரி நீட்சி e மீ. இல்
	சுமை அதிகரிக்க	சுமை குறைய	



பின்பு நீட்சியை Y அச்சிலும் சுமையை X அச்சிலும் கொண்டு வரைபு கீறப்படும். அது (படம் 33) இல் காட்டிய வாறு அமையும்.

கணிப்பு:

யங்கின்குணகம் $E = \frac{\text{இழுவைத் தகைப்பு}}{\text{இழுவை விகாரம்}}$

$$= \frac{Wg}{A} \div \frac{e}{l}$$

$$= \frac{Wgl}{\pi r^2 e}$$

$$e = \frac{lg}{\pi r^2 E} W$$

இங்கு e நீட்சியையும், l கம்பியின் ஆரம்ப நீளத்தையும், r அதன் ஆரையையும் குறிக்கின்றன.

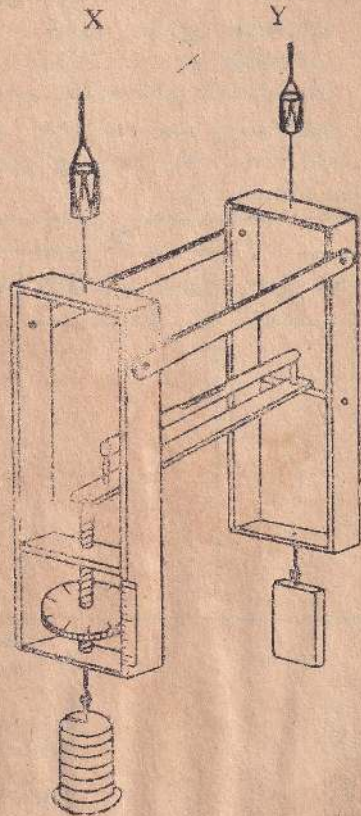
வரையிலிருந்து $\frac{1}{n_1} E$ இன் பெறுமானம் $\frac{AB}{OB}$ இனால் தரப்படும்.

எனவே l உம் r உம் தெரியின் E துணியப்படும்.

குறிப்பு: கணிப்பில் r^2 வருவதால் கம்பியின் விட்டம் மிகத் திருத்தமாக அளக்கப்படல் வேண்டும்.

சேலின் முறை:

கம்பியொன்றின் யங்கின் குணசத்தைத் திருத்தமாக அளப்பதற்கு சேலின்முறை ஓர் உகந்த முறையாகும். X, Y என்னும் இரு ஒரே விதமான கம்பிகள் படம் 34 இல் காட்டியவாறு இரு சட்டங்களுக்குப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. சட்டங்கள் இரண்டும் ஒரு நீர் மட்டத்தை காவுகின்றன. நீர் மட்டத்தின் ஒரு முனையானது C என்னும் திருகில் ஓய்வில் இருக்கின்றது. திருகு C அளவீடு செய்யப்பட்ட B என்னும் சில்லினால் செயற்படுத்தப் படுகின்றது. B இன் இயக்கம் மில்லி மீற்றரில் அளவீடு செய்யப்பட்ட A என்னும் நிலையான அளவுத்திட்டத்தில் அளவிடப்படும். இங்கு X என்பது பரிசோதனைக் கம்பி Y என்பது மாட்டேற்றுக்கம்பி. X என்னும் கம்பியைத் தாங்கும் சட்டத்தின் அடியில் L என்னும் சுமை தாங்கியும் Y என்னும் கம்பியைத் தாங்கும் சட்டத்தின் அடியில் ஒரு மாறா நிறையும் தொங்குகின்றன. இந் நிறைகள் இல்லாமல் வைத்திருக்கின்றன.



படம் 34

இரு கம்பிகளையும் முறுக்குகள் இல்லாமல் வைத்திருக்கின்றன.

L இல் சுமை வைக்குமுன் நீர்மட்டத்திலுள்ள குமிழியை நீர் மட்டத்தின் மையத்தில் வரும்வரை சில்லு B ஐச் சரிசெய்க. அப்பொழுது B க் கெதிரேயிருக்கும் A என்னும் அளவுத்திட்டத்திலுள்ள வாசிப்பை

யும் B இலுள்ள வட்ட அளவுத்திட்டத்திலுள்ள வாசிப்பையும் கணித்துக் கொள்க. இதனை பூச்சியநிலை வாசிப்பெனக் கொள்க. இனி L இல் ஓர் அரை கிலோ கிராம் நிறையை வைக்க. நீர்மட்டத்திலுள்ள குமிழி ஒரு பக்கம் செல்லும். இக் குமிழியை மீண்டும் நீர்மட்டத்தின் மையத்துக்கு கொண்டுவந்தபின் B இலும் A இலும் உள்ள வாசிப்புக்களைக் கணிக்க. இவ் வாசிப்புக்கும் பூச்சியநிலை வாசிப்புக்கும் உள்ள வித்தியாசம் அரை கிலோகிராம் நிறைக் குரிய நீட்சியை மிமி.இல் தரும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு முறையும் அரை கிலோகிராம் ரீதியில் நிறைகளை அதிகரித்து நீர் மட்டத்தைச் சரிசெய்து வாசிப்பைக் குறித்து நீட்சியை அவ்வவ் நிறைகளுக்குக் கணித்துக் கொள்க. மீண்டும் நிறைகளை அதே ரீதியில் குறைத்தும் முன்போல் நீர்மட்டத்தைச் சரிசெய்தும் வாசிப்புக்களை எடுத்து நீட்சிகளைக் கணித்துக்கொள்க. இவ்விதம் ஒவ்வொரு நிறைக்கும் சராசரி நீட்சியைக் கண்டபின் முதலாம் முறையில் விவரித்தவாறு நீட்சிக்கும் சுமைக்கும் வரைபை அமைத்து கம்பியின் யங்கின் குணகத்தை முன்போல் கணித்துக் கொள்க.

சுருங்குதலால் அல்லது விரிதலால் சட்டத்தில் தொழிற்படும் விசை

ஒரு சட்டம் அல்லது கோல் வெப்பமாக்கப்பட்டு பின் குளிரும் பொழுது சுருங்குதல் தடுக்கப்படின கோலின் முனைகளில் கணிசமான விசை உருற்றப்படும். இவ் விசைக்கு ஒரு கோவையை வருமாறு பெறலாம்.

E என்னும் யங்கின் குணகமும் A என்னும் வெட்டுமுகப்பரப்பும் α என்னும் நீட்டல் விரிவுத்திறனும் உடைய கோல் $t^{\circ}\text{C}$ க் கூடாக வெப்பநிலை குறையின் கோலின் நீளம் l ஆயின் அதனில் ஏற்படும் குறுகல் e ஆனது $l\alpha t$ இனால் தரப்படும். ஆனால்

$$E = \frac{Fl}{Ae}$$

$$F = \frac{E A \alpha l t}{l}$$

அதாவது $F = E A \alpha t$ நியூற்றன்

இதே பருமனுடைய விசை கோலின் வெப்பநிலை $t^{\circ}\text{C}$ க் கூடாக அதிகரிக்கப்படும்பொழுது விரிவு தடுக்கப்படின, உருற்றப்படும்.

ஒரு கம்பியில் சேமிக்கப்படும் சத்தி

(a) l என்னும் நீளமுள்ள கம்பியின் ஒரு முனையில் F என்னும் விசை பிரயோகிக்கப்படும் பொழுது ஏற்படும் நீட்சியை e என்க. மீள் தன்மை எல்லை மீறாதபின் சுமை நீட்சிக்கு விகிதசமமாகவிருப்

பதனால் கம்பியில் பிரயோகிக்கப்படும் விசையும் பருமனில் பூச்சியத் திரிந்து F இற்கு அதிகரித்துள்ளது என்பது வெளிப்படை. எனவே கம்பி நீட்சியடையும்பொழுது அதனில் செயற்படும் சராசரி விசை

$\frac{F}{2}$ யானது ஆகும்.

$$\begin{aligned} \text{ஆனால் செய்யப்படும் வேலை} &= \text{சராசரி விசை} \times \text{தூரம்} \\ &= \frac{1}{2} F \times e \end{aligned} \quad \text{--- (i)}$$

இதுவே கம்பியில் சேமிக்கப்படும் சத்தி F நியூற்றனிலும் e மீற்றரிலும் இருப்பின் $\frac{1}{2} Fe$ யுலிலிருக்கும்.

$$\text{மேலும் } F = \frac{EAe}{l} \text{ ஆக இருப்பதனால்}$$

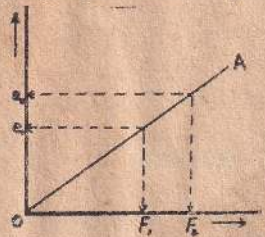
$$\text{சத்தி} = \frac{1}{2} \frac{EAe \times e}{l} = \frac{1}{2} \frac{EAe^2}{l}$$

அடுத்து ஓரலகு கனவளவு கம்பியிலுள்ள சத்தியைக் காணவேண்டின் மொத்தச் சத்தி $\frac{1}{2} F.e$ ஐ கம்பியின் கனவளவு Al இனால் பிரிக்க. அதாவது

$$\begin{aligned} \text{ஓரலகு கனவளவில் சேமிக்கப்பட்டிருக்கும் சத்தி} &= \frac{1}{2} Fe \div Al \\ &= \frac{1}{2} \frac{F}{A} \times \frac{e}{l} \\ &= \frac{1}{2} \times \text{தகைப்பு} \times \text{விகாரம். --- (ii)} \end{aligned}$$

F_1 என்னும் சுமை ஒரு கம்பியில் பிரயோகிக்கப்படும்பொழுது ஏற்படும் நீட்சி e_1 எனின் சுமை F_2 இற்கு அதிகரிக்கப்படும்பொழுது நீட்சி e_2 எனின், மீள்தன்மை எல்லை மீறுதிருக்கும் வரை நீட்சி e க்கும் சுமை F க்கும் அமைக்கப்படும் வரைபு படம் 35 இல் காட்டியவாறு OA போன்ற நேர்கோடாக அமையும். எனவே சுமை அதிகரிக்கப்பட்டதும் சேகரிக்கப்படும் மேலதிகச் சத்தி, $W = \text{சராசரிவிசை} \times \text{நீட்சி}$

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2} (F_1 + F_2) \times (e_2 - e_1) \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{EAe_1}{l} + \frac{EAe_2}{l} \right) \times (e_2 - e_1) \\ &= \frac{1}{2} \frac{EA}{l} (e_1 + e_2) (e_2 - e_1) \\ &= \frac{1}{2} \frac{EA}{l} (e_2^2 - e_1^2) \end{aligned}$$



படம் 35

(b) ஒரு கம்பியில் சேமிக்கப்படும் சத்தியை வருமானும் காணலாம். l என்னும் நீளமுள்ள கம்பியில் F_1 என்னும் விசை செயற்படும்பொழுது ஏற்படும் நீட்சி x ஆயின்

$$\text{யங்கின் குணகம் } E = \frac{F_1}{A} \cdot \frac{l}{x}$$

$$\therefore F_1 = \frac{EAx}{l}$$

கம்பியை δx நீளத்துக்கூடாக அதிகரிக்கச் செய்வதற்கு

$$\text{செய்யப்படும் வேலை} = F_1 \cdot \delta x = \frac{EAx}{l} \delta x$$

i.e 0 இலிருந்து e க்கு நீட்சியை அதிகரிக்கச் செய்வதற்கு

$$\text{செய்யப்படும் வேலை} = \int_0^e \frac{EA}{l} x \cdot \delta x$$

$$= \frac{EA}{l} \int_0^e x \cdot \delta x = \frac{EA}{l} \left[\frac{x^2}{2} \right]_0^e$$

$$= \frac{EA}{l} \cdot \frac{e^2}{2}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{EAe}{l} \cdot e$$

$$\therefore \text{சேமிக்கப்படும் சத்தி} = \frac{1}{2} F \times e \left(\because \frac{EAe}{l} = F \right)$$

உதாரணங்கள்:

1. 50cm நீளமும் 1mm^2 வெட்டுமுகப்பரப்பும், $1.24 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$ யங்கின் மட்டுமுடைய ஒரு கம்பியை 1mm கூடாக நீளச்செய்கையில் செய்யப்படும் வேலையைக் காண்க.

$$F = \frac{EA \cdot e}{l} = \frac{1.24 \times 10^{11} \times 1 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-2}}$$

$$= 248 \text{ N}$$

$$\therefore \text{செய்யப்படும் வேலை} = \frac{1}{2} F \times e$$

$$= \frac{1}{2} \times 248 \times 1 \times 10^{-3}$$

$$= 0.124 \text{ J}$$

2. 10 கிலோகிராம் நிறை, ஒவ்வொன்றும் 10 மீற்றர் நீளமுள்ள பித்தளைக் கம்பியினாலும் உருக்குக் கம்பியினாலும் ஆன 10 மீற்றர்

நீளமுள்ள சேர்மானத்தில் தொங்கவிடப்படுகின்றது. இரு கம்பிகளின் முனைகளும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவ்வொரு கம்பியினதும் வெட்டு முகப்பரப்பு 0.01 சமீ^2 . ஆகும். அந்நிறை பிரயோகிக்கப்படும்பொழுது கம்பிகள் எவ்வளவுக்கூடாக நீழும்? பித்தளையினதும் உருக்கினதும் யங்கின் குணகங்கள் முறையே $20 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$, $10 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$ ஆகும்.

இரு கம்பிகளிலும் ஒரே நீட்சி e ஏற்படும். பித்தளை, உருக்குக் கம்பிகளிலுள்ள இழுவைகளை முறையே F_1, F_2 என்க.

$$\text{பித்தளைக்கு: } F_1 = \frac{EAe}{l} = \frac{20 \times 10^{10} \times 0.01 \times 10^{-4} e}{10} = 2 \times 10^4 e \text{ kg}$$

$$\text{உருக்கிற்கு: } F_2 = \frac{10 \times 10^{10} \times 0.01 \times 10^{-4} e}{10} = 1 \times 10^4 e \text{ kg}$$

$$F_1 + F_2 = 10g = 10 \times 10$$

$$2 \times 10^4 e + 1 \times 10^4 e = 100$$

$$e = 3.27 \times 10^{-3} \text{ m}$$

3. 2 மீற்றர் நீளமுள்ள ஒரு பித்தளைக் கம்பியில் 3 கிலோ கிராம் நிறை சுமையேற்றப்பட்டுள்ளது. கம்பியின் விட்டம் 0.9 மிமீ . எனின் (i) சுமையினால் ஏற்பட்ட நீட்சியையும் (ii) அதனை ஏற்படுத்துவதில் செய்யப்பட்ட வேலையையும் காண்க. பித்தளையின் யங்கின் குணகம் $9.8 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$; $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

(i) ஏற்பட்ட நீட்சியை e என்க.

$$e = \frac{Fl}{AE}$$

$$= \frac{3 \times 9.8 \times 2}{9.8 \times 10^{10} \times \frac{\pi}{4} \times (0.45 \times 10^{-3})^2}$$

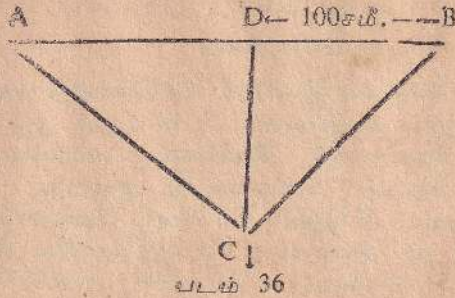
$$= 9.4 \times 10^{-5} \text{ m}$$

(ii) செய்யப்பட்ட வேலை = $\frac{1}{2} F \times e$

$$= \frac{1}{2} \times 3 \times 9.8 \times 9.4 \times 10^{-5}$$

$$= 1.38 \times 10^{-2} \text{ J}$$

4. 2 மீற்றர் நீளமும் விட்டம் 0.8 மிமீ . யுமுடைய ஓர் உருக்குக் கம்பி கிடையாக இரு விறைப்பான தாங்கிகளுக்கிடையே அதன் முனைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஒரு சுமை அதன் நடுப்புள்ளியில் தொங்கவிடப்பட்டபொழுது 1 சமீ . தாழ்வு ஏற்பட்டுள்ள தாயின் சுமையைக் காண்க. உருக்கின் யங்கின் குணகம் $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$



படம் 36 இல் $\angle DCB = \theta$

$$BD = 100\text{cm} \quad DC = 1\text{cm}$$

$$\begin{aligned} BC &= \sqrt{BD^2 + DC^2} \\ &= \sqrt{100^2 + 1^2} \\ &= \sqrt{10001} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 100 \sqrt{1.0001} \\ &= 100 \times 1.00005 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore BD \text{ இல் ஏற்பட்ட நீட்சி} &= 100 (1.00005 - 1) \\ &= 100 \times 0.00005 \\ &= 0.005 \text{ cm} \end{aligned}$$

C இன் சமநிலையில் $F = 2T$ கோசை θ

$$\begin{aligned} T &= \frac{EAe}{l} = \frac{2 \times 10^{11} \times 22 \times 10^{-6}}{1 \times 7} (4 \times 10^{-3})^2 \times 5 \times 10^{-5} \\ &= \frac{35.2}{7} \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{கோசை } \theta = \frac{1}{100.005}$$

$$\begin{aligned} F &= 2T \text{ கோசை } \theta = \frac{2 \times 35.2}{9.8 \times 7} \times \frac{1}{100.005} \\ &= 10.3 \times 10^{-3} \text{ kg நீறை} \end{aligned}$$

5. 3 m நீளமும் 0.8 mm. விட்டமுடைய ஓர் இரும்புக் கம்பி விரிவடைய முடியாதவாறு அதன் இரு முனைகளும் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் ஆரம்ப வெப்பநிலை 10°C ஆகும். இது 100°C க்கு வெப்பமாக்கப்படின் ஒவ்வொரு முனையிலும் தொழிற்படும் விசையைக் கணிக்க யங்கின் குணகம் $= 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ நீட்டல்விரிவுத்திறன் $= 18 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ தொழிற்படும் விசை $= EA\alpha\theta$

$$= 2 \times 10^{11} \times 2.2 \times (0.4 \times 10^{-3})^2 \times 18 \times 10^{-6} \times 90$$

$$= 16.6 \text{ kg நிறை}$$

6. ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள இலேசான கோலொன்று அதன் நுனிகளில் கட்டப்பட்டிருக்கும் சமநீளமுள்ள A, B எனும் இரு நிலைக்குத்துக் கம்பிகளால், கிடையாகத் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. A, B இன் குறுக்கு வெட்டுமுகப் பரப்பளவுகள் முறையே 1 mm^2 , 2 mm^2 ஆகும். A இலும் B இலும் சமமான விகாரங்களை ஏற்படுத்த கோலில் எங்கு ஒரு நிறையைத் (W) தொங்க விட வேண்டும்? A, B இன் யங்கின் மட்டு முறையே 2.0×10^{11} , $1.6 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

விகாரங்கள் சமனானபடியால் A, B இன் நீட்சிகள் e சமனாகும்.

W வை A இலிருந்து x மீ தூரத்தில் தொங்கவிடுக. A, B இலுள்ள இழுவைகளை முறையே T_1, T_2 என்க தொங்க விடப்பட்ட புள்ளி பற்றி திருப்பம் எடுப்பின்,

$$T_1 x = T_2 (l - x)$$

$$A \text{ இற்கு, } T_1 = \frac{E_1 A_1 e}{l} = \frac{2 \times 10^{11} \times 1 \times 10^{-6} \times e}{l}$$

$$B \text{ இற்கு } T_2 = \frac{1.6 \times 10^{11} \times 2 \times 10^{-6} \times e}{l}$$

T_1, T_2 இற்கு பிரதியிடுவதால்,

$$2 \times 10^5 \frac{e}{l} x = 1.6 \times 2 \times 10^5 \frac{e}{l} (l - x)$$

$$x = \frac{8}{13} = 0.6154 \text{ m}$$

∴ சுமையானது A இலிருந்து 0.6154 m தூரத்தில் தொங்க விடப்படவேண்டும்.

7. 1 m நீளமான செப்புக் கம்பியொன்றின் ஒரு முனை 2 m நீளமான உருக்குக் கம்பியின் ஒரு முனைக்கு இணைக்கப்பட்டு, இரு கம்பிகளுக்கும் ஒரே இழுவை விசை பிரயோகிக்கப்பட்டது. செப்புக் கம்பியின் ஆரையானது உருக்குக் கம்பியினதிலும் இரு மடங்கு. செப்பின் யங்கின் மட்டு, உருக்கினதும் அரை மடங்கு. செப்புக் கம்பியில் 1% நீட்சி ஏற்படும் போது, உருக்குக் கம்பியில் ஏற்படும் நீட்சி என்ன?

$$\text{செப்புக் கம்பிக்கு; } E_1 = \frac{F \times l}{\pi r^2 \times 0.01}$$

$$\text{உருக்குக் கம்பிக்கு; } E_2 = \frac{F \times 2}{4\pi r^2 \times e}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{2e}{01} = \frac{1}{2}$$

$$e = 0.0025 \text{ m}$$

$$\text{உருக்கின் நீட்சி} = 0.25 \text{ cm}$$

வினாக்கள்

$$(g = 9.81 \text{ ms}^{-2})$$

1. 4π நீளமும் 3mm^2 வெட்டுமுகப் பரப்புமுடைய செம்புக்கம்பி அதன் மேல் முனையிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டு கீழ் முனையில் படிப்படியாக சுமை ஏற்றப்பட்டுள்ளது. சுமை ஏற்றல் 5kg யை அடைந்ததும் நீட்சி 0.55 mm ஆகியது. அத்துடன் நீட்சி மீள் தன்மை எல்லைக்குள்ளும் இருந்தது. செம்புக்கு யங்கின் குணகத்தைக் காண்க. (விடை: $1.19 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$)
2. யங்கின் குணகம் என்றால் என்ன? ஒரு கம்பி வடிவத்திலுள்ள பொருளினது யங்கின் குணகத்தை எவ்வாறு துண்டியலாம்? 200cm நீளமும் 1mm விட்டமும் உடைய ஓர் உருக்குக் கம்பியில் 1.2 mm நீட்சியைப் பெறுதற்குப் பிரயோகிக்க வேண்டிய சுமையை கிலோகிராமில் காண்க. உருக்கின் யங்கின் குணகம் $= 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ (விடை: 9.61kg)
3. யங்கின் குணகத்தை வரையறுக்க. அது என்ன நிபந்தனைக்குக் கீழ் தொழிற்படும்? ஒரு கம்பியில் சுமையானது 3kg இலிருந்து 5kg க்கு மெதுவாக அதிகரிக்கும் பொழுது நீட்சி 0.61 இலிருந்து 1.02mm க்கு அதிகரித்தது. கம்பியின் இந் நீட்சியின் போது செய்யப்பட்ட வேலையைக் காண்க. மேலும் கம்பியின் நீளம் 1m ஆகவும் வெட்டுமுகப்பரப்பு 0.40 mm^2 ஆகவும் இருப்பின் யங்கின் குணகத்தைக் காண்க. (விடை: $1.61 \times 10^{-2} \text{ J}$; $1.2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$)
4. 1mm விட்டமுடைய உருக்குக்கம்பி 20°C இல் இறுக்கமாக வைத்திருப்பதற்கு தேவையான சுமையைத் தாங்குகின்றது. வெப்பநிலை 0°C க்கு விழின் அதன் தொடக்க நீளத்தில் கம்பியை வைத்திருப்பதற்கு வேண்டிய மேலதிக சுமையைக் காண்க. உருக்கின் யங்கின் குணகம் $= 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ அதன் நீட்டல் விரிவுக்குணகம் $= 0.000010 \text{ K}^{-1}$ (விடை: 3.21kg)
5. யங்கின் குணகம், மீள் தன்மை எல்லை, இளகு நிலை என்றால் என்ன?

100cm நீளமும் 0.6mm விட்டமும் உடைய ஓர் உருக்குக் கம்பியின் இரு முனைகள் இரு விநைரப்பான தாங்கிகளுக்கிடையே பொருத்தப்பட்டுள்ளன. அதன் நடுப்புள்ளியில் என்ன கமை தொங்கவிடின் 1cm தாழ்வு ஏற்படும்? உருக்கின் யங்கின் குணகம் $2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$

(விடை: $46.1 \times 10^{-3} \text{kg}$ நிறை)

6. 200cm நீளமும் 0.30mm^2 வெட்டுமுகப்பரப்புமுடைய ஓர் உருக்குக் கம்பி அதன் ஒரு முனையில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இதன் மறுமுனைக்கு 1kg திணிவு கட்டப்பட்டு, கம்பி கிடையாக இறுகப் பிடிக்கப்பட்டு விடப்படுகின்றது. கம்பி நிலைக்குத்தாக முதல் வரும்பொழுது அதிலுள்ள நீட்சி என்ன? யங்கின் குணகம் $= 2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$

(விடை: 0.098cm)

7. தகைப்பு, விகாரம் என்றால் என்ன? ஊக்கின் விதியைக் கூறுக. அதனை எவ்வாறு வாய்ப்புப்பார்க்கலாம்.

2m நீளமும் 0.50mm விட்டமுமுடைய ஓர் உருக்குக் கம்பியின் ஒரு முனையிலிருந்து 5kg திணிவுள்ள ஓர் இரும்பு தொங்க விடப்பட்டுள்ளது. இத்திணிவு ஒரு வரளி நீரில் அமிழ்த்தப் பட்டிருக்கும் யொழுது நீட்சியில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தைக் காண்க. இரும்பின் அடர்த்தி $= 7500 \text{kgm}^{-3}$ உருக்கின் ஊக்கின் மட்டு $2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$

(விடை: 3.33×10^{-4} மீற்றர்)

8. ஒவ்வொன்றும் 1.5m நீளமும் 0.2 cm விட்டமும் உடைய ஓர் உருக்குக் கம்பியும் பொஸ்ப-வெண்கலக கம்பியும் 3m நீளமுடைய ஒரு சேர்மானக் கம்பியாக முனைக்கு முனைக்கு பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இச் சேர்மானக் கம்பியில் என்ன இழுவை 0.064cm மொத்த நீட்சியைத் தரும்?

உருக்கின் யங்கின் குணகம் $= 2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$, பொஸ்ப வெண்கலத்தின் யங்கின் குணகம் $1.2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$

(விடை: 101 N)

9. ஒரு கவணின் இறப்பர் இழையின்து வெட்டுமுகப்பரப்பு 1mm^2 உம் ஈர்க்கப்படாத நீளம் 10cm யுமாகும். இது 12 cm நீளத்துக்கு ஈர்க்கப்பட்டு வின்பு 3 கிராம் திணிவை எறிதற்கு விடப்பட்டது. சத்தியைக் கருத்திற் கொண்டோ அல்லது வேறு எந்த விதத்திலோ எறியல் வேகத்தைக் காண்க. இறப்பரின் யங்கின் மட்டு $= 5 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$

(விடை: $2.0 \times 10^3 \text{cm} \times -1$)

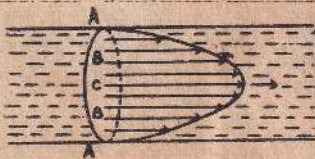
10. ஓர் உருக்குக் கம்பியின் ஒரு முனைக்கு 100 கிராம் திணிவு பொருத்தப்பட்டு கிடையான ஒரு வட்டப் பாதையில் ஒரு செக்கனுக்கு 2 சுழற்சிகள் வீதம் சுழற்றப்படுகின்றது. கம்பியின் மறுமுனை நிலையாக இருப்பதெனவும் அதன் நீளமும் விட்டமும் 1.5m, 1mm எனவுங் கொண்டு நீட்சியைக் காண்க. சுர்ப்பு விசையைப் புறக்கணிக்க. யங்கின் குணகம் $2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$
(விடை: $2.26 \times 10^{-2} \text{cm}$)

11. ஓர் உருக்குக் கோல் விரிவடைய முடியாதவாறு 8°C இல் இறுசுப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக் கோல் -4°C க்கு குளிரும் பொழுது கோலில் இழுவையின் மாற்றத்தைக் காண்க. வெட்டுமுகப்பரப்பு $= 2\text{cm}^2$ நீட்டல் விரிவுக்குணகம் $= 1.1 \times 10^{-5}^\circ\text{C}^{-1}$; யங்கின் குணகம் $= 2 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$
(விடை: 538.8kg)

அலகு 10

பாகுநிலை அல்லது பிசுபிசுப்பு

பாகுநிலை



படம் 37

ஒரு திரவம் குழாயொன்றிற் கூடாக மெதுவாகவும் உறுதியாகவும் பாயும்பொழுது அதாவது அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சல் உடையதாக இருக்கும் பொழுது, குழாயின் சுவருடன் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் திரவப்படை

நிலையாகவும் அதாவது அதன் வேகம் பூச்சியமாகவும் அதற்கு மேலுள்ள திரவப்படைகள் சவரிலிருந்து அவற்றின் செங்குத்துத் தூரங்களுக்கேற்ப அதிகரிக்கும் வேகங்களையுடையனவாகவுமிருக்கும். ஆகவே குழாயின் அச்சின் வழியே பாயும் திரவப்படை அதியார் வேகத்தையும் அச்சுக்கும் சுவருக்குமிடையிலுள்ள திரவப்படைகள் இவ்வேகத்துக்கும் பூச்சியத்துக்கும் இடையிலுள்ள வேகங்களையுடையனவாகவுமிருக்கும். இவ்வாறு திரவம் பாயும்பொழுது ஒரு குறித்த திரவப்படையை நோக்கின் அப்படைக்கு உடன்மேலுள்ள படை விரைவாகவும் அதற்கு உடன்கீழுள்ள படை மெதுவாகவும் இயங்கும். எனவே இவ்விரு படைகளையும் நோக்கும்பொழுது மேலுள்ளது கீழுள்ளதை விரைவாக்கவும் கீழுள்ளதை மெதுவாக்கவும் முயல்கின்றன. இதனால் இவ்விரு படைகளுக்கிடையே யுள்ள தொடர்பியக்கம் ஒரு கட்டத்தில், இவற்றிடையே ஏதாவதொரு பின்னிழுப்புத் தொடலிவிசை செயற்பட்டு இயக்கத்தை அழித்துவிடுவதைப் போல், அழிந்துவிடுகின்றது. எனவே தொடர்ச்

சியாக இவற்றிடையே ஒரு தொடர்பியக்கத்தை நிலநாட்ட வேண்டின் இப் பின்னிழுப்பை வெல்லவல்ல ஒரு புறவிசையை உருவற வேண்டும். அல்லாவிடில் பாய்ச்சல் நின்றுவிடும். ஆகவே ஒரு திரவம் பாயும்பொழுது அது தனது திரவப்படைகளுக்கிடையே யுள்ள தொடர்பியக்கத்தை எதிர்க்கும் தன்மையுடையதாக இருக்கின்றது. இத்தன்மை திரவத்தின் பாகுநிலை எனப்படும்.

பாகுநிலைக் குணகம்

அருவிக் கோட்டுப் பாய்ச்சலிலுள்ள ஒரு பாயினுள் δx தூரத்திலிருக்கும் இரு அடுத்தடுத்த படைகள் B, C யைக் கருதவும் இப் படைகளுக்கிடையில் ஒரு வேக வித்தியாசம் δv ஆக இருக்கும். (படம் 37) படை C ஆனது படை B இலும் பார்க்க விரைவாகச் செல்வதால் அவற்றிற்கிடையே ஒரு பாகு உராய்வு விசை அல்லது பாகு இழுப்பு F தொழிற்படும். இதற்கு ஒரு சூத்திரத்தை பெறு முகமாக நியூற்றன் செய்த பரிசோதனைகளின் விளைவுகள் வருமாறு

பாகுநிலைப் பின்னிழுப்பு F ஆனது (i) கருத்திற் கொள்ளப்படும் பாயிப்படையின் பரப்பிற்கு (A) நேர்விகித சமமெனவும் (ii) அதன் வேகப்படித்திறனுக்கு $\frac{\delta v}{\delta x}$ நேர் விகித சமமெனவும் காணப்பட்டது.

$$\text{வேகப்படித்திறன்} = \frac{\text{படைகளின் வேக வித்தியாசம்}}{\text{அப்படைகளுக்கிடையிட்ட தூரம்}}$$

$$\text{அதாவது } F \propto A$$

$$\propto \frac{\delta v}{\delta x}$$

$$\therefore F = \eta A \frac{\delta v}{\delta x}$$

இங்கு η ஒரு ஒருமை. இது இப்பாயியின் பாகுநிலைக் குணகம் எனப்படும்.

பாகு விசை = பாகுநிலைக் குணகம் \times பரப்பு \times வேகப்படித்திறன்.

$$A = 1, \frac{\delta v}{\delta x} = 1 \text{ எனின் } F = \eta \text{ ஆகும்,}$$

இதிலிருந்து பாகுநிலைக் குணகத்திற்கு ஒரு வரைவிலக்கணம் கொடுக்கலாம்.

அருவிக் கோட்டுப் பாய்ச்சலிலுள்ள பாயியொன்றினுள் ஓரலகு வேகப்படித்திறனுள்ள இடத்தில், ஓரலகு பரப்பில் (1m^2) தாக்கும், தொடலி பாகு விசை, அப்பாயியின் பாகுநிலைக் குணகம் எனப்படும்.

பாகுநிலைக்குணகத்தின் அலகும் பரிமாணமும்:

$$\eta = \frac{F}{A \times \text{வேகப்படித்திறன்}}$$

சர்வதேச அலகில் $\eta = \frac{\text{நியூற்றன்}}{\text{மீ}^2 \times \frac{\text{மீ}^2}{\text{செக்} \times \text{மீ}^2}}$

$$= \text{நியூற்றன். மீ}^2 \cdot \text{செக்}^{-2}$$

$$= \text{Ns m}^{-2}$$

இதன் பரிமாணம் $\eta = \frac{F}{A \times \text{வேகமாறு விசுதம்}}$

$$= \frac{\text{MLT}^{-2}}{\text{L}^2 \times \text{L/T}}$$

$$= \text{ML}^{-1} \text{T}^{-1}$$

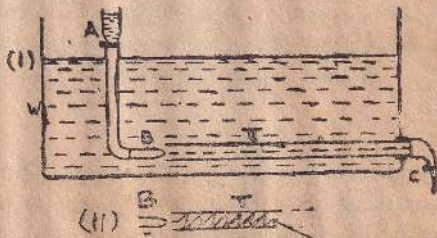
$\therefore \eta$ இன் பரிமாணம் $= \text{ML}^{-1} \text{T}^{-1}$

திண்ம உராய்வு விசையும், பாகு உராய்வு விசையும்

திண்ம, பாகு உராய்வுவிசைகள் இரண்டும் ஏதாவதிருபரப்புகள் அல்லது படைகளுக்கிடையில் வேக வித்தியாசம் இருக்கும் போது ஏற்படுகின்றன. தொழிற்படும் உராய்வு விசையானது இயக்கத்தை எதிர்க்கும் திசையில் இருக்கும்.

திண்ம உராய்வு விசையானது, செவ்வன் மறுதாக்கம் மாறு திருக்கும் வரை, தொடுகைப் பரப்பில் தங்கியிருக்கவில்லை. ஆனால் பாகு உராய்வு விசை தொடுகைப் பரப்பில் தங்கியுள்ளது. திண்ம உராய்வு விசையானது, மேற்பரப்புக்களின் சார்பு வேகத்தில் தங்கியிருக்கவில்லை. ஆனால் பாகு இழுப்பு விசையானது வேகப் படித்திறனில் தங்கியுள்ளது. திண்ம உராய்வு விசைகள் திண்மத்தின் மேற்பரப்புக்களில் மாத்திரம்தான் தாக்குகின்றன. ஆனால் பாகு உராய்வு விசைகள் பாயியின் எல்லாப் பகுதியிலும் தொழிற்படுகின்றன.

அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சலும் கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சலும்



அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சலையும் கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சலையும் படம் 38 (i) இலுள்ள உபகரணத்தைக் கொண்டு காட்டலாம்.

T எனும் ஒடுங்கிய குழாய், நீரைக் கொண்ட ஒரு தொட்டி W இலுள் படத்திற் காட்டியவாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. கல்வி C யைத் திறக்கும் போது T இனூடாக நீர் வெளியேறும். T இன் மறுமுனை அருகே B எனும் ஒரு குழாய் உண்டு. இதனூடாக தொட்டி A இலிருந்து, பொட்டாசியம் பர்மங்கனேற்றுக் கரைசல் T இன் அச்சை நோக்கி தாரை வடிவில் வருகின்றது. W இலுள்ள நீரின் ஆழம் குறைவாக இருக்கும்போது C திறக்கப்பட்டால் T இனூடாக நீர் வெளியேறுகின்றது. B இலிருந்து வெளிவரும் நிறத் தாரை ஒரு நேர்கோட்டு வடிவில் T இனூடாக நீருடன் வெளியேறுகிறது.

W இலுள்ள நீரின் ஆழம் கூடும் போது ஒரு குறித்த ஆழத்தின் பின் இந்நிறக் கோடு குழாயினுள் மேலும் கீழும் நெளிந்து பின் நீருடன் கலந்து செல்வதை அவதானிக்கலாம் (படம் 38 ii) ஆகவே தற்போது திரவப்படைகள் ஒரு நேர்கோட்டில் இயங்காது நெளிந்து செல்கின்றன. இவ்விதமான பாய்ச்சல் குழப்பப்பாய்ச்சல் எனப்படும். ஆரம்பத்திலுள்ள பாய்ச்சல் அருவிக்கோட்டு அல்லது தகட்டு அல்லது சீரான பாய்ச்சல் எனப்படும்.

ஒரு மயிர்த்துளைக் குழாயினூடு மாறும் புறஅழுக்கக் குடுமியி னால் திரவமொன்று செலுத்தப்படும் பொழுது குழாயின் சுவருடன் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் திரவப்படை ஒய்விலும் அதற்கு மேலுள்ள படைகள் அதிலிருந்து அளக்கப்படும் தூரங்களின் பரு மன்களுக்கேற்ப அதிகரிக்கும் வேகங்களுடனும் அச்சின் வழியே செல்லும் படை அதியர் வேகத்துடனும் பாயும். இவ்வாறு பாயும் திரவத்தின் ஒவ்வொரு துணிக்கையும் உறுதிநிலையடைந்து அச்சுக்குச் சமாந்தரமாக குழாயின் ஆரைவழியே மாற வேகமாறு வீசித்ததையுடையதாக இயங்கும். குழாய் ஒடுங்கியதாகவும் புறஅழுக்கம் சிறிதாகவும் இருக்கும் பொழுது அச்சுக்குச் சமாந்தரமான ஒரு கோட்டில் பாயும் திரவத்துணிக்கைகளின் வேகம் ஒரேயளவின்தாகவுமிருக்கும். திரவமொன்றின் இத்தகைய பாய்ச்சல் (படம் 38 (i)) அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சல் அல்லது தகட்டுப் பாய்ச்சல் எனப்படும்.

ஆயினும் புறஅழுக்கம் பெரிதாகும் பொழுது திரவம் அச்சின் வழியே ஆர்முடுக்கப்பட்டு பின் கொந்தளித்துப் பாயும். அதாவது திரவம் அங்குமிங்கும் நெளிந்து பாயும் (படம் 38 (ii)). இத்தகைய பாய்ச்சல் கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சல் எனப்படும்.

அருவிக் கோட்டுப் பாய்ச்சலில்

(i) ஒவ்வொரு பாயிப்படையும் வெவ்வேறு சீரான வேகத்துடன் ஒரே நேர்கோட்டில், சுயாதீனமேற்பரப்பிற்குச் சமாந்தரமாக அல்லது குழாயின் அச்சிற்குச் சமாந்தரமாக இயங்கும்.

(ii) திண்மப்பரப்புடன் தொடுகையிலிருக்கும் பாயிப்படை ஒய்விருக்கும் சுயாதீனமாக இருக்கும் படை அல்லது குழாயாயின் அதன் அச்சிலிருக்கும் படை மிகக் கூடிய வேகத்துடன் ஒரே நேர்கோட்டில் இயங்கும். மேலும் இவ்விரு படைகளுக்கும் இடையிலுள்ள படைகளின் வேகங்கள் அதிகரித்துக்கொண்டு செல்லும். எனவே ஏதாவதிரு அடுத்தடுத்த படைகளுக்கிடையில் ஒரு வேகப்படித்திறன் உண்டு.

குழப்பப் பாய்ச்சலில் மேற்கூறிய இயல்புகள் ஒன்றும் இருக்க மாட்டா. அருவிக் கோட்டுப் பாய்ச்சல் ஏற்படுவதற்கு வேகம் குறைந்ததாக இருக்க வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்திலும் கூடவாக வேகம் வரும்போது, அருவிக் கோட்டுப் பாய்ச்சலிலும் குழப்பப் பாய்ச்சலாக மாறும்.

மாறுநிலை வேகம்

அரிவிக்கோட்டு இயக்கத்தினது வேகம் திரவத்தைச் செலுத்தும் அழுக்கத்துக்கு நேர்விகிதசமம். ஆனால் கொந்தளிப்பு இயக்கத்தினது வேகம் அழுக்கத்தின் வர்க்கமூலத்துக்கு நேர்விகிதசமம். திரவமொன்று ஒரு குறித்த வேகத்துக்குள் ஒழுங்கான பாய்ச்சல் உடையதாகவும் அவ்வேகத்தை மீறும்பொழுது கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சலை உடையதாகவும் இருப்பின் திரவத்தின் அவ்வேகம் மாறுநிலைவேகம் எனப்படும்.

மேலும் ஓர்வோன் ரெயினோட்டின் (Orborne Reynolds) பரிசோதனையின் படி ஒரு திரவத்தின் மாறுநிலை வேகம் V_c ஆனது $V_c = \frac{k \cdot \eta}{\rho a}$ இனால் தரப்படும். எனவே திரவமொன்றின் மாறுநிலை வேகம் (i) பாகுநிலை குணகம் η இற்கு நேர்விகிதசமமாகும். (ii) அடர்த்தி ρ இற்கு நேர்மாறு விகிதசமமாகும். (iii) குழாயின் ஆரை a இற்கு நேர்மாறு விகிதசமமாகும்.

ஒடுங்கிய குழாய்களுக்கு k இன் பெறுமானம் 1000 ஆகும். இவ்வெண் ரெயினோட்டின் எண் எனப்படும்.

குழாயொன்றினூடு திரவத்தின் உறுதிப்பாய்ச்சல், புவசேயின் சூத்திரம் குழாயொன்றினூடு செல்லும் திரவத்தின் உறுதிப் பாய்ச்சலுக்கு முதன் முதல் ஒரு கோவையைப் பெற்றவர் புவசேய் ஆவர். அதாவது ஒரு குழாயினூடு ஒரு செக்கனில் பாயும் திரவத்தின் கனவளவு Q ஆனது (i) பாகுநிலைக்குணகம் η இலும் (ii) குழாயின் ஆரை a இலும் (iii) குழாயின் வழியே நிலைநாட்டப்பட்ட அழுக்கப்படித்திறன் P/l இலும் தங்கியுள்ளதாகும்.

இங்கு P குழாயின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அழுக்க வித்தியாசத்தையும் l குழாயின் நீளத்தையும் குறிக்கின்றன.

$$\begin{aligned} \text{மேலும் } Q \text{ ஆனது} &\propto \eta \text{ வின் } x \text{ ஆம் அடுக்கிலும்} \\ &\propto a \text{ இன் } y \text{ ஆம் அடுக்கிலும்} \\ &\propto P/l \text{ இன் } z \text{ ஆம் அடுக்கிலும்} \end{aligned}$$

தங்கியிருப்பின்

$$Q \propto \eta^x a^y \left(\frac{P}{l}\right)^z$$

$$\therefore Q = k \eta^x a^y \left(\frac{P}{l}\right)^z \text{ இங்கு } k \text{ ஒரு மாறிலியாகும். (i)}$$

$$Q = \frac{v}{t} \text{ இதன் பரிமாணம்} = L^3 \cdot T^{-1}$$

$$\eta \equiv ML^{-1} T^{-1}$$

$$a \equiv L$$

$$\frac{P}{l} \equiv \frac{ML^{-1} T^{-2}}{L} = ML^{-2} T^{-2}$$

எனவே சமன்பாடு (i) இற்குரிய பரிமாணச் சமன்பாடு வருமாறு அமையும்.

$$\begin{aligned} L^3 \cdot T^{-1} &= (ML^{-1} T^{-1})^x (L)^y (ML^{-2} T^{-2})^z \\ &= M^{x+z} L^{-x+y-2z} T^{-x-2z} \end{aligned}$$

இரு பக்கத்திலுமுள்ள ஒத்த கணியங்களின் அடுக்குகளைச் சமன்படுத்தும்பொழுது

$$\begin{aligned} x + z &= 0 \\ -x + y - 2z &= 3 \\ x + 2z &= 1 \end{aligned}$$

இச் சமன்பாடுகளைத் தீர்க்கும்பொழுது

$$x = -1; \quad y = 4 \quad z = 1$$

$$\therefore Q = k \eta^{-1} a^4 \frac{P}{l}$$

$$= \frac{k P a^4}{l \eta}$$

பரிசோதனையின்படி k இன் பெறுமானம் $\frac{\pi}{8}$ எனக் காணப்பட்டது.

$$\therefore Q = \frac{\pi P a^4}{8 l \eta}$$

$$\text{அதாவது } \frac{v}{t} = \frac{\pi P a^4}{8 l \eta}$$

இதுவே புவசேயின் சூத்திரமாகும். இச்சூத்திரத்தை முதல் கத்தவத்திலிருந்தும் வருமானும் பெறலாம்.



படம் 39

l என்னும் நீளமும் a என்னும் ஆரையுமுடைய மயிர்துளைக் குழாயைக் கருத்திற் கொள்க. இதற்கூடாகத் திரவம் உறுதியாகப் பாய்கிறதெனவுங் கொள்க. அப்பொழுது r என்னும் உள் ஆரையும் $r + dr$ என்னும் வெளி ஆரையுமுடைய ஓர் உருளைத் திரவப் படையில் இயக்கத்தைக் கருத்திற் கொள்க. இது குழாயுடன் ஓரக்கடையதாகவும் இருக்கின்றது. குழாயின் அச்சிலிருந்து r தூரத்திலிருக்கும் திரவத்தின் வேகம் v எனின், $r + dr$ தூரத்திலிருக்கும் திரவத்தின் வேகம் $v + dv$ ஆகும். ஆகவே இதன் வேகமாறு விசுதம் - $\frac{dv}{dr}$ ஆகும்.

$$\text{உருளையின் மேற்பரப்பு} = 2\pi r \cdot l$$

உருளைப் படையின் உட்பக்கத்திலுள்ள திரவம் விரைவாகவும் வெளிப்பக்கத்திலுள்ள திரவம் மெதுவாகவும் இயங்கும்.

∴ இயக்கத்தின் திசைக்கெதிராக வெளிப்படையானது உட்படையின் மீது உருற்றும் தொடலிவிசை $F = - \eta 2\pi r.l \frac{dv}{dr}$

ஆகும்.

r என்னும் ஆரையுடைய உருளையின் முனைகளிலுள்ள அழுக்க வித்தியாசம் p இனால் உருற்றப்படும் முன்னோக்குவிசை $= \pi r^2 \times p$.

இயக்கம் உறுதியாக இருப்பதனால் திரவம் ஆர்முடுகலின்நி இயங்கும். எனவே,

$$- \eta 2\pi r.l \frac{dv}{dr} = \pi r^2 \cdot p$$

$$\therefore dv = - \frac{p}{2\eta l} \cdot r dr$$

இரு பக்கங்களையும் தொகையீடு செய்யும்போது

$$v = - \frac{p}{2\eta l} \times \frac{r^2}{2} + C \text{ பெறப்}$$

படும். இங்கு C தொகையீட்டு மாறிலியாகும்.

குழாயின் சுவரோடு தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் திரவத்தின் வேகம் பூச்சியமாவதால் $r = a$ ஆகும்போழுது $v = 0$ ஆகும்.

இப் பேறுகளை மேற்சமன்பாட்டில் பிரதியிடும்போழுது

$$0 = - \frac{p}{2\eta l} \times \frac{a^2}{2} + C \text{ பெறப்படும்.}$$

$$\therefore C = \frac{p}{2\eta l} \times \frac{a^2}{2}$$

$$\text{எனவே } v = - \frac{p}{2\eta l} \times \frac{r^2}{2} + \frac{p}{2\eta l} \times \frac{a^2}{2}$$

$$= \frac{p}{4\eta l} [a^2 - r^2]$$

இது உருளை ஓட்டிற்கூடாகப் பாயும் திரவத்தின் சராசரி வேகமாகும்: r ஆரையும் dr தடிப்புமுடைய உருளைப்படையின்

$$\text{வெட்டுமுகப்பரப்பு} = 2\pi r \cdot dr$$

ஆகவே இதற்கூடாக 1 செக்கனில் பாயும் திரவத்தின் கனவளவு $dQ = v \cdot 2\pi r \cdot dr$

முழுக் குழாய்க்கூடாக 1 செக்கனில் பாயும் திரவம் வருமாறு பெறப்படும்.

அதாவது
$$\int dQ = \int_0^a 2\pi v \cdot r \cdot dr$$

$$Q = \int_0^a \frac{\pi p}{4 \eta l} (a^2 - r^2) 2\pi r \cdot dr$$

$$= \frac{\pi p}{2 \eta l} \int_0^a (a^2 r - r^3) dr$$

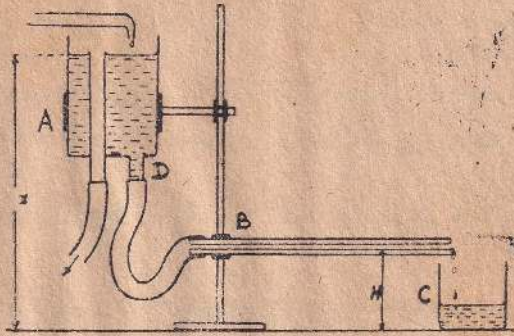
$$= \frac{\pi p}{2 \eta l} \left[\frac{a^2 r^2}{2} - \frac{r^4}{4} \right]_0^a$$

$$= \frac{\pi p}{2 \eta l} \left[\frac{a^4}{2} - \frac{a^4}{4} \right]$$

$$\therefore Q = \frac{\pi p a^4}{8 l \eta}$$

எனவே Q , p , l , a தெரியின் η துணியப்படும்.

புவசேயின் முறையால் நீரின் பாகுநிலைக்குணகத்தைத் துணிதல்



படம் 40

B என்னும் சீரான மயிர்த்துளைக் குழாய் கிடையாக A என்னும் மாறா அழுக்கத்தொட்டிக்குப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது (படம் 40). குழாயின் அச்சிலிருந்து மாறா அழுக்கத்தொட்டியின் உயரம் h ஆனது மாறாத தொன்றாக இருப்பதனால் மயிர்த்துளைக் குழாயின் முனைகளுக்கிடையிலுள்ள அழுக்க வித்தியாசமும் மாறாததொன்றாகும்.

C என்னும் ஒரு நிறுக்கப்பட்ட முகவை குழாயின் சுயாதீனமுக்கியின் கீழ் வைக்கப்பட்டு அதிலிருந்து சொட்டுச் சொட்டாக விழும் நீர் ஒரு குறித்த நேரம் t செக்கனுக்குச் சேகரிக்கப்படும். பின்னர் முகவை நீர் நிறுக்கப்பட்டு t செக்கனில் சேகரிக்கப்பட்ட நீரின் சுனவளவு கணிக்கப்படும். குழாயின் நீளம் l ஒரு மீற்றர் சட்டத் தாலும் அதன் ஆரை மிகத் திருத்தமாக ஓர் உயர்வல நுணுக்குக் காட்டியாலும் அளக்கப்படும். இங்கு அழுக்க வித்தயாகம் P அனது $P = h \rho g$ க்குச் சமனாகும். h இன் வெவ்வேறு பெறுமானங்களுக்கு இப்பரிசோதனை திரும்பச் செய்யப்படுகிறது. இப்பெறுமானங்களை

$$Q = \frac{v}{t} = \frac{\pi h^3 \rho g a^3}{8 l \eta}$$

என்னுஞ் சமன்பாட்டில் பிரதி

யீட்டு அல்லது $\frac{v}{t} = h$, நேர்கோட்டு வரைபைக் கீழ்வதால் நீரின் பாகுநிலைக்குணகம் η வைத் துணிந்துகொள்ளலாம். இம் முறையால் குறைந்த பாகுநிலைக்குணகமுடைய திரவங்களின் பாகுநிலைக்குணகங்களைத் துணியலாம்.

முன்னெச்சரிக்கைகள்

1. மயிர்த்துளைக் குழாயின் துளை ஒடுக்கியதாயும் சீராணதாயும் இருத்தல் வேண்டும்.
2. மயிர்த்துளைக் குழாய் கிடையாக இருத்தல் வேண்டும்.
3. குழாயினூடு திரவப்பாய்ச்சல் அருவிக்கோட்டுடையதாக இருத்தல் வேண்டும்.
4. பரிசோதனையின் போது வெவ்வேறு மாறுதிருத்தல் வேண்டும்.
5. மயிர்த்துளைக் குழாயிலிருந்து திரவம் சொட்டுசொட்டாக விழ வேண்டும்.
6. மயிர்த்துளைக் குழாயின் விட்டம் மிகத் திருத்தமாக நுணுக்குக் காட்டியால் அளக்கப்படல் வேண்டும்.

பாகுநிலைக் குணகங்களை ஒப்பிடல், ஓகவாலின் பாகுநிலைமணி

T என்னும் நிலைக்குத்தான மயிர்த்துளைக் குழாயைக்கொண்ட ஓகவாலின் பாகுநிலைமணி இரு திரவங்களின் பாகுநிலைக்குணகங்களை ஒப்பிடப் பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படுகின்றது (படம் 40). S இல் திரவம் புகுத்தப்பட்டு உறிஞ்சுவதன் மூலம் திரவம் P க்கு மேல் இழுக்கப்பட்டு P, Q என்னும் நிலையான குறிகளுக்கு கிடையே திரவமட்டம் விழ எடுக்கும் நேரம் t_1 அவதானிக்கப்படும்.

அதேகனவளவுள்ள இரண்டாம் திரவத் துடன் பரிசோதனை செய்யப்பட்டு திரவ மட்டமானது P, Q என்னும் குறிகளுக்கிடையே விழ எடுக்கும் நேரம் t_2 வும் குறிக்கப்படும்.

திரவங்களின் அடர்த்திகள் ρ_1, ρ_2 எனவும் T என்னும் மயிர்த்துளைக் குழாய்க் கூடாகத் திரவத்தைச் செலுத்தும் திரவக் குடுமியின் சராசரி உயரம் h ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் சமமாக இருப்பதனாலும் T இன் முனைகளுக்கிடையிலுள்ள அழுக்க மிகை முறையே $h \rho_1 g$ உம், $h \rho_2 g$ உம் ஆகும். குறிகள் P க்கும் Q க்கும் இடையே யுள்ள கனவளவு V எனின் முதலாம் திரவத்துக்கு புவசேயின் சூத்திரப்படி

$$\frac{V}{t_1} = \frac{\pi (h \rho_1 g) a^4}{8 \eta_1 l} \quad \text{----- (i)}$$

படம் 41

இங்கு a ஆனது T இன் ஆரையும் l அதன் நீளமும் ρ_1, η_1 திரவத்தின் அடர்த்தியும் பாகுநிலைக்குணகமுமாகும் அதேபோல் இரண்டாம் திரவத்துக்கு

$$\frac{V}{t_2} = \frac{\pi (h \rho_2 g) a^4}{8 \eta_2 l} \quad \text{----- (ii)}$$

$$(ii) \div (i) \quad \frac{t_1}{t_2} = \frac{\eta_1 \rho_2}{\eta_2 \rho_1}$$

$$\therefore \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2} \quad \text{----- (iii)}$$

எனவே t_1, t_2, ρ_1, ρ_2 தெரியின் பாகுநிலைக்குணகங்கள் ஒப்பிடப்படும். இவற்றில் ஒன்றினது பாகுநிலைக்குணகம் தெரியின் மற்றதன் பாகுநிலைக்குணகம் துணியப்படும். திரவங்களின் பாகுநிலைக்குணகம் வெப்பநிலை அதிகரிக்கக் குன்றுவதால் பாகுநிலைமானி மாறாமல் வெப்பநிலையில் பேணப்படும் நீரைக்கொண்ட பாத்திரத்தால் சூழப்படும். இவ்வுபகரணம் வெப்பநிலையுடன் பாகுநிலை மாறலைப் பரிசீலிப்பதற்கும் உபயோகிக்கப்படும். பாகுநிலை குறைந்த திரவங்களுக்கும் சிறிதளவில் பெறக்கூடிய திரவங்களுக்கும் இம்முறை உகந்தது.

தோக்கின்விதி, முடிபு வேகம்

η பாகுநிலைக்குணகமுடைய ஒரு பாயியினுள் l ஆரையுடைய ஒரு கோளம் V எனும் வேகத்துடன் செல்லுமாயின், அதின்

தாக்கும் பாகு உராய்வு விசை $F = 6\pi a \eta v$ ஆற தரப்படும் இது தோக்கின் சூத்திரம் எனப்படும்.

இதனைப் பரிமாண முறையால் பின்வருமாறு நிறுவலாம்.

கோளத்தின் மீது செயற்படும் பாகுநிலை விசை F ஆனது தோக்கு என்பவரின் பரிசீலிப்பின்படி (i) வேகத்திலும் (ii) கோளத்தின் ஆரையிலும் (iii) ஊடகத்தின் பாகுநிலைக் குணகத்திலும் தங்கியுள்ளது.

இக் காரணிகளையெல்லாம் சேர்த்து F என்னும் பாகுநிலை விசைக்கு ஒரு கோவையை வருமாறு எழுதலாம்.

$$\text{அதாவது } F = k \cdot a^x \eta^y v^z$$

இச்சமன்பாட்டின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள கணியங்களுக்குப் பரிமாணங்களையிட்டு ஒத்த கணியங்களின் அடுக்குகளை சமன்படுத்தும்பொழுது x, y, z ஆகியவற்றின் பெறுமானங்கள் பெறப்படும்.

$$MLT^{-2} = L^x \cdot (ML^{-1}T^{-1})^y \cdot (LT^{-1})^z$$

$$= M^y \cdot L^{x-y+z} \cdot T^{-y-z}$$

$$y = 1$$

$$x - y + z = 1$$

$$y + z = 2$$

$$\therefore z = 2 - 1 = 1$$

$$x = 1 + y - z = 1 + 1 - 1 = 1$$

$$\therefore x = 1; y = 1; z = 1$$

$$\therefore F = k a \cdot \eta v$$

ஆனால் தோக்கு கணிப்பின்படி k இன் பெறுமானம் 6π எனக் காட்டியுள்ளார். ஆகவே $F = 6\pi a \eta v$ ஆகும்.

இதுவே தோக்கின் சூத்திரமாகும்.

கூடிய பிசுக்குமைக் குணகம் η உம், அடர்த்தி ρ உம் உடைய ஒரு அதிகளவு பாயியினுள் ஒரு சிறிய பாரமான a ஆரையும், σ ($\sigma < \rho$) அடர்த்தியும் உடைய ஒரு கோளம், ஓய்விவிருந்து வீழ விடப்பட்டுள்ளதெனக் கொள்க.

விழவிட்டவுடன் அதில் தாக்கும் விசைகளாவன

(i) கோளத்தின் நிறை $W = \frac{4}{3} \pi a^3 \rho g$ கீழ் நோக்கி

(ii) கோளத்தில் மேலுதைப்பு $U = \frac{4}{3} \pi a^3 \sigma g$ மேல் நோக்கி

$W > U$ ஆகும். எனவே கோளம் கீழ் நோக்கி ஆர்முடுகத் தொடங்கும். எனவே அதில் ஒரு பாகு விசை F மேல் நோக்கித் தொழிற்படும்.

ஆரம்பத்தில் கோளத்தின் வேகம் v சிறிதாக இருப்பதால் F உம் சிறிதாகவே இருக்கும்.

எனவே $W > U + F$ ஆகும்.

$$\text{இங்கு } F = 6\pi a\eta v$$

கோளம் தொடர்ந்தும் ஆர்முடுகும். எனவே அதன் வேகம் v அதிகரிக்கும். எனவே F அதிகரிக்கும். ஒரு சிறிது நேரத்தின் பின் வேகம் v_0 ஆக அதிகரித்த பின் பாகு விசை $F_0 = 6\pi a\eta v_0$ ஆக அதிகரிக்கும். இந்நிலையில்

$$W = U + F_0 \text{ ஆக வரும்}$$

எனவே கோளத்தில் தாக்கும் மேலதிக விசை பூச்சியமாகும். ஆகவே கோளத்தின் ஆர்முடுகல் பூச்சியமாகும். எனவே கோளம் ஒரு சீரான வேகத்துடன் (v_0) தொடர்ந்து இயங்கும்.

இச் சீரான வேகம் நோக்கு வேகம். அல்லது முடிபு வேகம் அல்லது இறுதி வேகம் எனப்படும்.

$$W = U + F_0$$

$$F_0 = W - U$$

$$6\pi a\eta v_0 = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi a^3 \sigma g$$

$$\text{இதிலிருந்து } v_0 = \frac{2a^2 g (\rho - \sigma)}{9\eta}$$

அதிகளவு உயரத்திலிருந்து விழும் சிறு பொருட்கள் யாவும் தமது முடிபுவேகத்தை அநேகமாக அடைகின்றன. மழைத்துளிகள், பரகுட்டில் குதிப்போர், நிலத்தை அடையும் போது தத்தம் முடிபு வேகத்தை அடைகின்றன. சாடியில் கலக்கி விடப்பட்ட சிறு மண்துணிக்கைகள் இறுதியில் தமது முடிபு வேகத்தை அடைகின்றன.

தோக்கின் விதிப்படி பாகுநிலைக் குணகத்தைத் துணிதல்:

தோக்கின் சூத்திரத்தை உபயோகித்து உயர்ந்த பாகுநிலையுடைய திரவங்களின் பாகுநிலைக் குணகங்களை ஒப்பிடலாம். G என்றும் உயர்ந்த கண்ணாடிப் பாத்திரம் திரவத்தால் நிரப்பப்பட்டு ஒரு சிறு குண்டுப்போதிகை பாத்திரத்தினது அச்சின் வழியே மெதுவாகத் திரவத்துள் விழ விடப்படுகின்றது. 10 சமீ. அல்லது



15 சமீ. விழுந்ததும் போதிகை மாருவேகமாகிய முடிபு வேகத்தையடைந்துவிடும். இதனை AB க் கூடாக அல்லது BC க் கூடாக விழ எடுக்கும் நேரம் t யை நிறுத்தற்கடிகார மொன்றினால் அளப்பதன் மூலம் கணிக்கலாம். அதாவது முடிபுவேகம்

$$v_1 = \frac{AB}{t} \text{ ஆகும். குண்டுப் போதிகையின் ஆரை}$$

நுணுக்குக்காட்டியால் அளக்கப்படும், அத்துடன் வெப்பநிலையும் குறிக்கப்படும்.

படம் 42

P இன் மீது திரவத்தின் மேலுதைப்பு = $\frac{4}{3}\pi a^3 \sigma_1 g$. இங்கு a கோளத்தின் ஆரையும் σ_1 திரவத்தின் அடர்த்தியுமாகும்;

P இனது நிறை = $\frac{4}{3}\pi a^3 \rho g$ இங்கு ρ கோளத்தினது பதார்த்தத்தின் அடர்த்தியாகும்.

முடிபுவேகம் அடைந்ததும் இயக்கம் சீரானதால்

$$\frac{4}{3}\pi a^3 \sigma_1 g + 6\pi a \eta_1 v_1 = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho g$$

$$\therefore \eta_1 = \frac{2ga^2 (\rho - \sigma_1)}{9v_1} \quad \text{----- (i)}$$

η_2 பாகுநிலைக்குணகமும் σ_2 அடர்த்தியுமுடைய இரண்டாம் திரவத்தக்குப் பரிசோதனை செய்தபின்

$$\eta_2 = \frac{2ga^2 (\rho - \sigma_2)}{9v_2} \quad \text{----- (ii)}$$

இங்கு v_2 புதிய முடிபு வேகத்தைக் குறிக்கும்.

$$\therefore \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{v_2 (\rho - \sigma_1)}{v_1 (\rho - \sigma_2)} \quad \text{----- (iii)}$$

$v_1, v_2, \sigma_1, \sigma_2$ தெரியின் திரவங்களின் பாகுநிலைக்குணகங்கள் ஒப்பிடப்படும். மிகத் திருத்தமாக கணிக்கவேண்டின் பாத்திரத்தினது சுவர்களின் விளைவுக்கும் திருத்தம் செய்ய வேண்டும். சமன்பாடு (i) ஒரு திரவத்தின் பாகுநிலைக்குணகத்தை துணிவதற்கு போதுமாகும்.

இம்முறை பிசுக்குமை கூடிய திரவங்களுக்கும் அதிக அளவில் பெறக்கூடிய திரவங்களுக்கும் உகந்தது.

தோக்கின் விதிப்படி பரிசோதனை செய்யப்படும்பொழுது பாகுநிலைக் குணகத்தின் பெறுமானம் η ஆனது $\eta = \frac{2ga^2 (\rho - \sigma)}{9v}$

என்னும் சமன்பாட்டிலிருந்து பெறப்படுகின்றது.

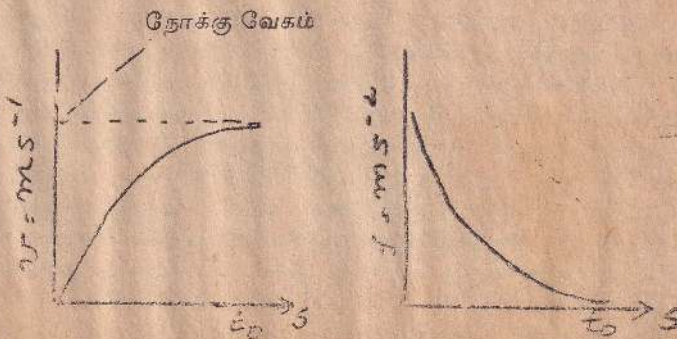
$$\text{அத்துடன் } v = \frac{2ga^2 (p - \sigma)}{9\eta} \text{ ஆகும்.}$$

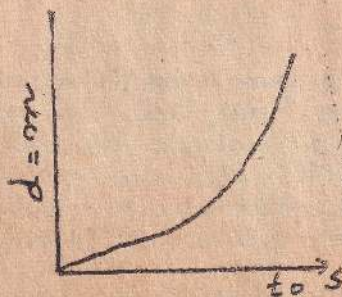
எனவே சிறு பருமனுடைய ஒரு கோளம் பாகுநிலை ஊடகத்திலூடு விழும்பொழுது முடிபு வேகம் (i) ஆரையின் வர்க்கம் (a^2) இற்கு நேர்விகித சமமாகவும் (ii) பொருளினதும் ஊடகத்தினதும் அடர்த்திகளின் வித்தியாசம் ($p - \sigma$) இற்கு நேர்விகித சமமாகவும் (iii) ஊடகத்தின் பாகுநிலைக் குணகத்தக்கு (η) நேர் மாறு விகிதசமமாகவும் இருக்கக் காணப்படுகின்றது.

மேலும் தோக்கு இச் சூத்திரத்தைப் பெறுதற்கு பின்வருவன வற்றையும் மேற்கொள்ள வேண்டியிருந்தது. அவையாவன

1. பொருள் போடப்படும் ஊடகம் முடிவில் பருமன் உடையதாக இருத்தல் வேண்டும்.
2. கோளப்பொருள் விறைப்பாகவும் ஒப்பமாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.
3. ஊடகத்துக்கும் பொருளுக்கும்ிடையே வழக்குந் தன்மை இல்லாதிருத்தல் வேண்டும்.
4. ஊடகம் ஒரே இனமாக இருத்தல் வேண்டும்.
5. திரவத்தினுள் பொருளின் விழுகையினால் சுழிப்போட்டங்களோ அல்லது அலைகளோ உண்டாகாதவாறு இருத்தல் வேண்டும். இதற்காக பாத்திரத்தின் அச்சின் வழியே குண்டுப்போதிகையை விழவிடவேண்டும்.

ஓய்விலிருந்து அதிகளவு பாகு திரவத்திற்குள் விழும் ஒரு சிறிய பாரமான கோளத்திற்கு நாம் பின்வரும் வரைபுகளைக் கீறலாம்.





பாகுநிலையும் உராய்வு நீக்குதலும்

இரு உலோக மேற்பரப்புக்கள் ஒன்றின்மீதொன்று இயங்கும் பொழுது உராய்வின் காரணமாக கணிசமான அளவிற்கு உலோகங்கள் தேய்ந்து உரிய தேரிடுகின்றன. இம் மேற்பரப்புக்களுக்கிடையே உராய்வு நீக்கும் எண்ணெய் உபயோகிக்கப்படின் உராய்வு பெருமளவிற்குக் குறைக்கப்படும். உதாரணமாக உராய்வு நீக்கப்பட்ட ஓர் உட்குழிவான உருளையினுள் ஒரு தண்டு சுழலும் பொழுது இரு உலோக மேற்பரப்புக்களுக்குமிடையே ஒரு மெல்லிய எண்ணெய்ப் படலம் இருக்கின்றது. நிலையான உருளையினில் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் எண்ணெய்ப்படை ஓய்வினும் சுழலும் தண்டுடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் படை தண்டின் வேகத்துடனும் சுழலும். இவ்விரு படைகளுக்குமிடையேயுள்ள மத்திய படைகள் இடைப்பட்ட வேகங்களுடனும் இயங்கும். எண்ணெயின் பாகுநிலை தண்டின் மீதான விசையையும் எஞ்சினது திறனையும் பாதிக்கும்.

பொதுவாக உராய்வு நீக்கி எண்ணெயினது பாகுநிலைக்குணகம் குளிர்ந்த நிலையில் தாழ்வாக இருப்பின் எஞ்சினொன்று இலகுவாக தொடக்கப்படும். எஞ்சின் இயங்கிக்கொண்டிருக்கும் பொழுது அது சூடாகும். அதனால் எண்ணெயின் வெப்பநிலை உயரும். அத்துடன் அதன் பாகுநிலை குன்றும். ஆகவே தாழ் வெப்பநிலைக்கு தகுதியாக இருக்கும் பாகுநிலையுடைய ஒரு திரவம், வெப்பநிலையுடன் பாகுநிலை குன்றுகின்றதன் காரணத்தால் எஞ்சின் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது உதவாததாக வர நேரிடுகின்றது. எனவே ஒரு சிறந்த உராய்வு நீக்கி எண்ணெய் எப்பொழுதும் வெப்பநிலையுடன் மிகச்சிறிய குன்றுதலையுடையதாக அமைதல் வேண்டற்பாலதாகும். ஓர் எஞ்சினுக்கு உராய்வு நீக்கி எண்ணெய் தகுதியாய்ந்ததா என அறிதற்கு அதன் பாகுநிலையும், வெப்பநிலையுடன் அதன் பாகுநிலை மாறலும் முக்கிய அம்சமாக அமைகின்றது. அழுக்கத்துடன் பாகுநிலை மாறலின் அளவைகளும் தெரிதல் வேண்டும்.

ஏனெனில் பொறி செயற்படும் பொழுது எண்ணெய் கணிசமாக அழுக்கப்படுகின்றது.

இரசாயன வல்லுநர்கள் சேதனவுறுப்பு மூலக்கூற்றுகளின் மூலக் கூற்று நிறைகளையும் மூலக்கூற்றுகளின் வடிவங்களையும் காண்பதற்கு பாகுநிலை அளவீடுகளைப் பெரிதும் உபயோகிக்கிறார்கள்.

உதாரணங்கள்:

1. 100 cm^2 பரப்புடைய ஓர் உலோகத்தட்டு 2 mm தடிப்புடைய ஓர் எண்ணெயில் ஓய்விவிருக்கின்றது. இதன் பாகுநிலைக்குணகம் 1.55 Nsm^{-2} தட்டை செக்கனுக்கு 3 cm வேகத்துடன் இயக்குவதற்கு உஞற்ற வேண்டிய கிடைவிசையைக் கணிக்க.

கிடையான பாகுநிலை விசை $F = \eta A \times$ வேகப் படித்திறன்

$$= 1.55 \times 100 \times 10^{-4} \times \frac{3}{0.2}$$

$$= 23.25 \times 10^{-2} \text{ N}$$

உஞற்ற வேண்டிய கிடைவிசை $= 23.25 \times 10^{-2} \text{ N}$

2. 20 cm . நீளமும் 2 mm . துளையுமுடைய ஒரு கிடையான மயிர்த்துளைக் குழாயின் ஒரு முனை நீர்த்தாங்கியொன்றிற்கும் மறு முனை வளிமண்டலத்தை நோக்கியும் இருக்கத்தக்கதாக பொருத்தப்பட்டுள்ளது. நீர்த்தாங்கியின் உயரம் மயிர்த்துளைக் குழாய்க்கு மேல் 70 cm ஆகும். இவ்வுயரம் மாறுதிருக்கின்றது. ஒரு நிமிடத்தில் குழாய்க்கூடாக பாயும் திரவத்தின் கனவளவைக் காண்க. திரவத்தின் பாகுநிலைக்குணகம் $= 1 \times 10^{-4} \text{ Nsm}^{-2}$

$$g = 10 \text{ ms}^{-2}$$

1 செக்கனில் பாயும் திரவம் V ஆனது,

$$V = \frac{\pi p a^4}{8. l. \eta} \text{ இவல் தரப்படும்}$$

$$= \frac{22 \times 7 \times 10^3 \times 10 \times (1 \times 10^{-3})^4}{7 \times 8 \times 1 \times 10^{-3} \times 0.2}$$

$$= \frac{11}{8} \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

\therefore ஒரு நிமிடத்தில் பாயும் திரவத்தின் கனவளவு

$$= \frac{11}{8} \times 10^{-5} \times 60$$

$$= 8.225 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

3. 16cm. நீளமும் 0.4cm. விட்டமும் உடைய AB என்னும் குழாய் 4cm நீளமும் 0.2cm விட்டமும் உடைய BC என்னும் குழாயும் கிடையாக முனைக்குமுனை B இல் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இச் சேர்மானக் குழாய் 3cm மடரூ உயரத்தையுடைய நீரைக் கொண்ட பாத்திரத்துக்குத் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது முனை C வளிக்குத் திறக்கப்பட்டுள்ளது. B க்கும் C க்கும் இடையேயுள்ள அழுக்க வித்தியாசத்தைக் காண்க.

BCக் கிடையே அழுக்க வித்தியாசம் = p சமீ. நீர்

AB க் கிடையேயுள்ள அழுக்க ,, = (3-p) சமீ. நீர்

1 செக்கனில் இரு குழாய்க்கூடாகவும் பாயும் திரவத்தின் கனவளவு ஒரேயளவானதால்

$$\frac{\pi (3-p) \times 10^{-2} \times 10^{-3} g (\cdot 2 \times 10^{-2})^4}{8\eta \times .16}$$

$$= \frac{\pi p \times 10^{-2} \times 10^{-3} g (\cdot 1 \times 10^{-2})^4}{8\eta \times .04}$$

$$12 - 4p = p$$

$$3p = 12$$

$$p = 2.4 \text{ cm நீர்}$$

4. 950 kgm^{-3} அடர்த்தியும் 10^{-4} cm ஆரையுமுடைய ஒரு எண்ணெய்த்துளி வளிக்கூடாக விழுகின்றது. வளியின் அடர்த்தி 1.3 kg m^{-3} ஆகவும் பாகுநிலை $181 \times 10^{-7} \text{ Nsm}^{-2}$ ஆகவுமிருப்பின் துளியின் முடிபு வேகத்தைக் காண்க.

நோக்கு வேகத்தை அடைந்தபின்

பாகு விசை = துளியின் நிறை — துளியில் மேலுதைப்பு

$$6\pi a\eta v = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi a^3 \sigma g$$

இதிலிருந்து

$$v = \frac{2a^2}{9\eta} g (\rho - \sigma)$$

$$= \frac{2 (10^{-6})^2 \times 9.8}{9 \times 181 \times 10^{-7}} (950 - 1.3)$$

$$= 1.142 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$$

5. 200 kgm^{-3} அடர்த்தியும், 0.6 cm ஆரையுமுடைய ஒரு கீறிய கோளம் மிக ஆழமான ஒரு குளத்தின் அடியிலிருந்து விடப்

படுகின்றது. விட்டவுடன் கோளத்தின் ஆர்முடுகலையும், மேற்பரப்பை அடையும்போது அதன் வேகத்தையும் காண்க. நீரின் $\eta = 1 \times 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$; $g = 10 \text{ ms}^{-2}$

கோளத்தை விட்டவுடன் அதில் தாக்கும் விசைகளாவன (i) அதன் நிறை W கீழ் நோக்கி (ii) அதில் மேலுதைப்பு U மேல் நோக்கி

கோளத்தை ஆர்முடுக்கும் விசை = $U - W$ மேல் நோக்கி

$$p = \eta \dot{\gamma} \text{ இலிருந்து}$$

$$\text{ஆர்முடுகல்} = \frac{P}{m} = \frac{U - W}{m} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 g (1000 - 200)}{\frac{4}{3}\pi r^3 \cdot 100}$$

$$= 10 \text{ ms}^{-2}$$

மேற்பரப்பை அடையும் போது கோளம் தனது முடிபு வேகத்தை அடைந்து விடும்.

கோளத்தில் தாக்கும் பாகு உராய்வு விசை $F = 6\pi r \eta v$ கீழ் நோக்கி

சீரான வேகத்துடன் இயங்கும் போது $U = W + F$

$$F = U - W$$

$$6\pi r \eta v = \frac{4}{3}\pi r^3 g (1000 - 200)$$

$$v = \frac{2 \times (6 \times 10^{-2})^2 \times 10 \times 800}{9 \times 1 \times 10^{-3}} = 64 \text{ ms}^{-1}$$

6. 901.3 kg m^{-3} அடர்த்தியும், $1 \times 10^{-20} \text{ m}$ ஆரையுமுடைய, மறை யேற்றம் q கூலோமைக் கொண்டுள்ள ஒரு திரவத்துளி, வளியில் 10^5 vm^{-1} செறிவுடைய ஒரு சீரான நிலைக்குத்தான மண்டலத்தில் நிலையாக மிதக்கின்றது. (i) q ஐக் காண்க. (ii) மண்டலத்தை அசற்றிய பின் துளி அடையும் முடிபு வேகம் என்ன? (iii) மண்டலத்தின் செறிவு அதே திசையில் $1.4 \times 10^5 \text{ vm}^{-1}$ ஆக அதிகரிக்கப்பட்டால், தற்போதைய முடிபு வேகம் என்ன? வளியின் பாகுநிலைக் குணகம் = $1.8 \times 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$; வளியின் அடர்த்தி = 1.3 kg m^{-3} ; $g = 10 \text{ ms}^{-2}$

(i) திரவத்துளி சமநிலையில் இருக்கும் போது அதன் நிறை $W =$ வளியின் மேலுதைப்பு $U +$ மின்மண்டலத்தால் ஏற்படும் விசை E_q

$$E_q = W - U$$

$$10^5 q = \frac{4}{3}\pi \times 10^{-18} \times 10 (901.3 - 1.3)$$

$$q = \frac{264}{7} \times 10^{-20} = 37.71 \times 10^{-20} \text{ C}$$

- (ii) மண்டலத்தை அகற்றிய பின், துளி கீழ் நோக்கி அசையும். எனவே அதில் ஒரு பாசு இழுப்பு விசை F மேல் நோக்கித் தாக்கும். முடிபு வேகம் v யை அடைந்தவுடன்

$$W = U + F \text{ ஆகும்.}$$

$$F = W - U$$

$$6\pi r\eta v = \frac{4}{3} \pi r^3 g (901.3 - 1.3)$$

$$v = 1.11 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$$

- (iii) துளி மேல் நோக்கி அசையும். ஆகவே பாசு விசை F_1 கீழ் நோக்கி இருக்கும்.

$$W + F_1 = U + E_1 q$$

$$F_1 = E_1 q + U - W$$

$$= 1.4 \times 10^5 \times \frac{264}{7} \times 10^{-20} - \frac{4 \times 22}{3 \times 7} \times 10^{-18} \times 10 \times 900$$

$$6 \times \frac{22}{7} \times 10^{-6} \times 1.4 \times 10^{-5} v_1 = 52.8 \times 10^{-18} - 37.71 \times 10^{-18}$$

$$v_1 = 4.44 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$$

7. 5kg திணிவும் 10cm பக்கமுமுடைய ஒரு சதுர முகிக்குற்றி ஒரு கிடையான தளப்பரப்பில் உளது. இப் பரப்புகள் இரண்டிற்கும் இடையிலுள்ள உராய்வுக்குணகம் 0.2 ஆகும். இவற்றிற்கு கிடையில் 0.3mm தடிப்பும், 0.2 Nsm^{-2} பாகுநிலைக்குணக முடைய திரவத்தை விடுவதற்கு முன்பும், பின்பும் குற்றியை ஒரு சீரான வேகம் 15 cm s^{-1} உடன் இழுப்பதற்குப் பிரயோகிக்க வேண்டிய கிடை விசைகளின் விகிதம் என்ன?

பாகுதிரவம் விடுவதற்கு முன்பு பிரயோகிக்கப்பட வேண்டிய விசை p_1 எனின்,

$$\begin{aligned} p_1 &= \text{திண்ம உராய்வு விசை} \\ &= \text{உராய்வுக் குணகம்} \times \text{செவ்வன் மறுதாக்கம்} \\ &= 0.2 \times 5 \times 10 = 10 \text{ N} \end{aligned}$$

பாகுதிரவம் இருக்கும் போது பிரயோகிக்கப்படவேண்டிய விசை p_2 எனின்,

$$\begin{aligned} p_2 &= \text{பாகு இழுப்பு விசை} \\ &= \eta A \times \text{வேகப்படித்திறன்} \\ &= 0.2 \times 100 \times 10^{-4} \times \frac{15}{0.03} = 1 \text{ N} \end{aligned}$$

பிரயோகிக்கப்படவேண்டிய விசைகளின் விகிதம் = 10

வினாக்கள்

1. பாகுநிலைக்குணகம் என்பதை வரையறுக்க. நீர் போன்ற திரவங்களுக்கு இது எவ்வாறு துணியப்படும்
 $8 \times 10^{-4} \text{Nsm}^{-2}$ பாகுநிலைக்குணகமுடைய நீர் ஒரு மயிர்த்துளைக் குழாயினூடு பாய்வதற்கு எடுப்பது 40 செக்கன் எனின், அதே கனவளவுள்ளதும் பாகுநிலை $2 \times 10^{-4} \text{Nsm}^{-2}$ உடையதுமான திரவம் அதே குழாய்க்கூடாகவும் அதே நிபந்தனைகளின் கீழும் பாய்வதற்கு எடுக்கும் நேரத்தைக் காண்க. எண்ணெயின் தன்வீர்ப்பு = 0.8 (விடை: 12.5s)
2. நீர் பென்சின் போன்றவற்றினதும் ஆமணக்கம் எண்ணெய்கிளீசரின் போன்றவற்றினதும் பாகுநிலைக் குணகங்களை ஒப்பிட. உகந்த பரிசோதனைகளை விவரிக்க. எடுக்கவேண்டிய முன்னெச்சரிக்கைகளையுங் கூறுக.
3. புவசேயின் சூத்திரத்தைப் பரிமாணமுறையால் பெறுக. 20cm. நீளமும் 0.5 mm ஆரையுமுடைய குழாயும் 5cm நீளமும் 0.4 mm ஆரையுமுடைய இன்னொரு குழாயும் முளைக்குமுளை பொருத்தப்பட்டுள்ளன. 86cm இரச அழுக்கத்தில் திரவமொன்று அகன்ற குழாய்க்கூடாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. சேர்மானக் குழாயின் மறுமுனை வளிமண்டலத்தில் (76cm இரசம்) இருக்கின்றது. குழாய்களின் சந்தியிலுள்ள அழுக்கத்தைக் கணிக்க. (விடை: 80cm. இரசம்)
4. தோக்கின் விதியைக் கூறி அதன் சூத்திரத்தையும் பெறுக. $3.0 \times 10^{-4} \text{cm}$ ஆரையுடைய ஓர் எண்ணெய்த்துளி வளியினூடாக விழும்பொழுது அதன் முடிபுவேகத்தைக் கணிக்கவும். வளியின் பாகுநிலைக்குணகம் $1.8 \times 10^{-5} \text{Nsm}^{-2}$ எண்ணெயின் அடர்த்தி 800kgm^{-3} . வளியின் அடர்த்தியைப் புறக்கணிக்க. (விடை: 0.0872cms^{-1})
5. 10cm^2 பரப்புடைய தட்டு 1mm தடிப்புடைய கிளீசரினால் ஒரு பெரிய தட்டிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. கிளீசரினின் பாகுநிலைக்குணகம் 2Nsm^{-2} ஆயின் தட்டை 1cms^{-1} வேகத்துடன் இயங்கச் செய்வதற்கு வேண்டிய விசையைக் கணிக்க. (விடை: $2 \times 10^{-3} \text{N}$)
6. பாகுநிலைக்குணகம் என்றால் என்ன? அதன் பரிமாணத்தைத் தருக. ஒரு புவசேயின் பரிசோதனையின் பெறுபேறுகள் வருமாறு

1 நிமிடத்தில் வெளிவரும் நீர் = 7.08 cm^3 ; நீர்க்குடும் = 34.1 cm
குழாயின் நீளம் = 56.45 cm ; அதன் ஆரை = 0.514 cm
பாகுநிலைக் குணகத்தைக் காண்க.

(விடை: $1.377 \times 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$)

7. ஒரு சிறு எண்ணெய்த்துளி வளியினூடு விழுகின்றது. அதன்
அடர்த்தி 800 kg m^{-3} ; துளியின் விட்டம் = 0.10 mm வளியின்
அடர்த்தி = 1.3 kg m^{-3} ; வளியின் பாகுநிலைக் குணகம்
= $1.81 \times 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$; முடிபுவேகத்தைக் காண்க.

(விடை 24.1 cms^{-1})

8. ஒரு சிறு கோளம் பாகுநிலைத் திரவத்தினூடு விழும்பொழுது
அதனில் செயற்படும் பாகுநிலை விசைக்கு ஒரு கோவையைப்
பெறுக.

இரு சிறு கோளங்கள் ஒரு திரவத்திற்குடாக முடிபு வேகத்தை
அடைந்தபின் ஒரே தூரத்துக்கூடாக விழ எடுக்கும் நேரங்களை
ஒப்பிடுக. ஒன்றின் விட்டம் மற்றதன் மூன்று மடங்காகும்.

(விடை: 9:1)

9. தோக்கின் சூத்திரத்தைப் பெறுக.

100 kg m^{-3} அடர்த்தியும் 0.5 cm ஆரையுங் கொண்ட கோள
மொன்று மிக ஆழமான ஒரு குளத்தின் அடியிலிருந்து விடு
விக்கப்படுகின்றது.

(a) விடுவித்த உடனே கோளத்தின் ஆர்முடுகல் யாது?

(b) குளத்தின் மேற்பரப்பை அடையும் போது கோளத்தின்
வேகம் யாது? குளநீரின் வெப்பநிலை = 28°C ; 28°C இல்
பாகுநிலைக்குணகம் = $1 \times 10^{-3} \text{ Nsm}^{-2}$; $\rho = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

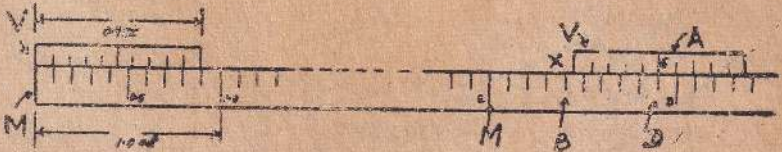
(விடை: (a) 88.2 ms^{-2} ; (b) 49 ms^{-1})

10. 25 cm உயரம் நீரைக்கொண்ட ஒரு பாத்திரத்தின் அடியில்
உள்ள ஓர் எண்ணெய்த்துளி நீரின் மேற்பரப்பை என்ன நேரத்
தில் அடையும்? துளியின் விட்டம் = 0.5 mm . எண்ணெயின்
அடர்த்தி = 900 kg m^{-3} . நீரின் அடர்த்தி = 1000 kg m^{-3} நீரின்
பாகுநிலைக்குணகம் = $8 \times 10^{-4} \text{ Nsm}^{-2}$ (விடை: 14.8 செக்)

அலகு 4 ✓

வேணியரும் திருகாணிக் கருவிகளும்

ஒரு மில்லிமீற்றர் அளவுத்திட்டத்தினால் நீளங்களை அளக்கும் போழுது மில்லிமீற்றரின் பின்னப்பகுதியைத் திருத்தமாக அளப்பதற்கு வேணியர் என்பவர் ஓர் அளவுத்திட்டத்தை அமைத்துள்ளார். அவ்வளவுத்திட்டம் வேணியர் அளவுத்திட்டம் எனப்படும். இத்தகைய ஒரு வேணியர் அளவுத்திட்டம் படம் 45 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



(a)

படம் 45

(b)

V என்னும் வேணியர் அளவுத்திட்டம், M என்னும் பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் மீது வழக்கத்தக்கதாக பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் மொத்த நீளம் 0.9 சமீ. ஆகும். அதனில் 10 சம பிரிவுகள் உண்டு ஆகவே ஒரு வேணியர் பிரிவின் நீளம் 0.09 சமீ ஆகும். மேலும் ஒரு வேணியர் பிரிவு பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் ஒரு பிரிவிலும் பார்க்க 0.01 சமீ. குறைந்ததாகும். ஒரு வேணியரின் அளக்கத்தக்க மிகக்குறைந்த தூரம் அதன் இழிவெண்ணிக்கை எனப்படும். இதன் பருமனை வேணியர் பொருத்தப்பட்ட எந்த அளவுத் திட்டத்துக்கும் வருமாறு துணியலாம். அதாவது

$$\begin{aligned} \text{இழிவெண்ணிக்கை} &= 1 \text{ பிரதான அளவுத்திட்டபிரிவு} - 1 \\ &= 1 \text{ மிமீ.} - 0.9 \text{ மிமீ.} \quad [\text{வேணியர் பிரிவு}] \\ &= 0.1 \text{ மிமீ. அல்லது } 0.01 \text{ சமீ.} \end{aligned}$$

இங்கு பிரதான பிரிவின் நீளம் 1 மிமீ. ஆகும்.

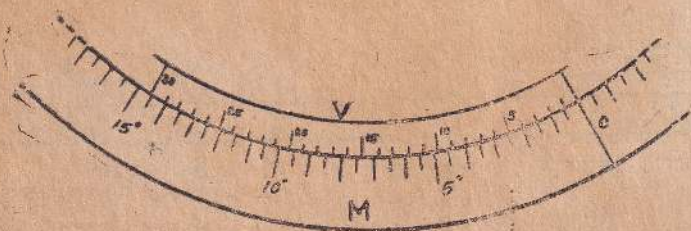
படம் 45 (b) இல் காட்டப்பட்டவாறு வேணியரானது பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் மீது இருக்கும் போழுது, அதன் வாசிப்பு வருமாறு கணிக்கப்படும். உதாரணமாக அப்படத்தில் வேணியரின் பூச்சியப்பிரிவுக்கு முன்னால் இருக்கும் பிரதான பிரிவைக் குறிக்கவேண்டும்

இங்கு அப்பிரிவு 2.4 சமீ. யைக் குறிக்கின்றது. பின்பு எத்தனையாம் வேணியர் பிரிவு பிரதான பிரிவொன்றுடன் நேராக இருக்கின்றதைக் குறிக்க வேண்டும். இங்கு அப்பிரிவு 5-ம் பிரிவாகக் காணப்படுகின்றது. ஆகவே இவ்வாசிப்பு $2.4 + 5 \times$ இழிவெண்ணிக்கை.

அதாவது $2.4 + 5 \times 0.01 = 2.45$ சமீ. ஆகும்.

வட்ட வேணியர் அளவுத்திட்டம்

வட்ட வேணியர் அளவுத்திட்டம் கோணங்களை அளக்க உபயோகிக்கப்படும் கருவிகளில் உதாரணமாக திருசியமானியில் காணப்



46

படும். படம் 46 இல் இத்தகையதொரு வட்ட வேணியர் அளவுத்திட்டம் காட்டப்பட்டுள்ளது. பிரதான வட்ட அளவுத்திட்டத்தில் 0-360 பாகைகள் வரை அளரப்பாகை ரீதியில் அளவீடு செய்யப்பட்டுள்ளது. இங்கு வேணியர் திட்டம் 14.5° க்குச் சமமான நீளத்தை பிரதான அளவுத்திட்டத்தில் பிடிக்கின்றது. வேணியர் திட்டத்தில் 30 சமபிரிவுகள் இருப்பதால் ஒரு பிரதான பிரிவுக்கும் ஒரு வேணியர் பிரிவுக்கும் உள்ள வித்தியாசம் கருவியின் இழிவெண்ணிக்கையைத் தரும். அதாவது,

இழிவெண்ணிக்கை = 1 பிரதான பிரிவு - 1 வேணியர் பிரிவு

ஆனால் படத்தில் 1 பிரதான பிரிவு = 1°

மேலும் 30 வேணியர் பிரிவுகள் = 14.5°

$$\therefore 1 \text{ வேணியர் பிரிவு} = \frac{14.5^\circ}{30}$$

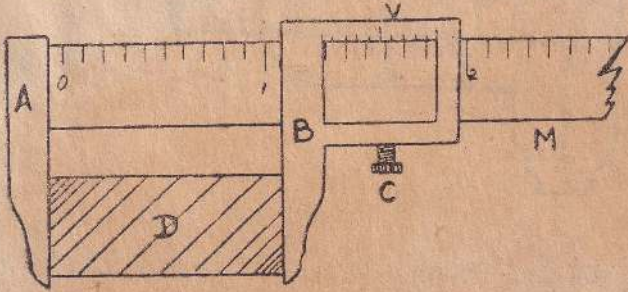
$$\therefore \text{இழிவெண்ணிக்கை} = \frac{1^\circ}{2} - \frac{14.5^\circ}{30}$$

$$= \frac{15 - 14.5}{30}$$

$$= \frac{0.5^\circ}{30} = \frac{1^\circ}{60} = 1 \text{ கலை}$$

எனவே M இன் மீது l கலைவரை திருத்தமாக வாசிப்பதற்கு வேணியர் உதவுகின்றது. மேலும் நீளங்களையும் விட்டங்களையும் அளக்கும் கருவிகளை உபயோகிக்கும் பொழுது அவற்றின் பூச்சிய வழக்களைக் கணித்தல் திருத்தமாக அளப்பதற்கு இன்றியமையாததாக இருக்கும்.

வேணியர் இடுக்கிமாணி



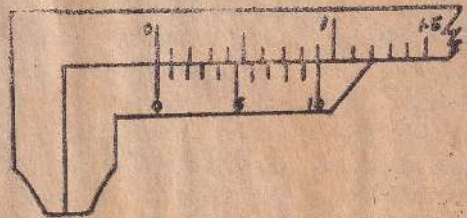
படம் 47

வேணியர் இடுக்கிமாணி நேரான பரிமாணங்களை அளப்பதற்கு ஒரு சிறந்த கருவியாகும். இது மில்லி மீற்றர் அல்லது அங்குலத்தில் அளவீட்டப்பட்ட M என்னும் நேரான உலோக அளவுத்திட்டத்தைக் கொண்டுள்ளது. அத்துடன் இதன்மீது அசையத்தக்கதாக V என்னும் வேணியர் அளவுத்திட்டமும் உண்டு. A என்னும் நிலையான அலகுடன் B என்னும் அசையும் அலகு தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது பிரதான அளவுத்திட்டத்தினதும் வேணியர் அளவுத்திட்டத்தினதும் பூச்சியங்கள் ஒரே நேர்கோட்டில் இருத்தல் வேண்டும். அல்லாவிடில் கருவி பூச்சியவழி உடையதெனக் கருதப்படும். இதற்கு முன்பதாக கருவியின் இழிவெண்ணிக்கையும் தெரிந்திருத்தல் வேண்டும்.

பூச்சியவழுவைத் துளிதல்

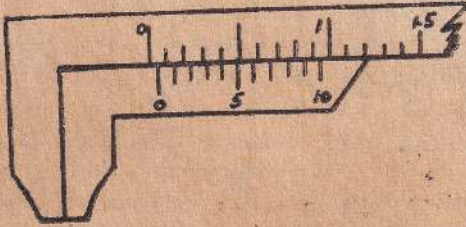
படம் 48 (a)

இல் காட்டிய வாறு அலகுகள் இரண்டும் முட்டிக் கொண்டிருக்கும்பொழுது இரு அளவுத் திட்டங்களினதும் பூச்சியங்கள் நேராக ஒன்றித் திருப்ப



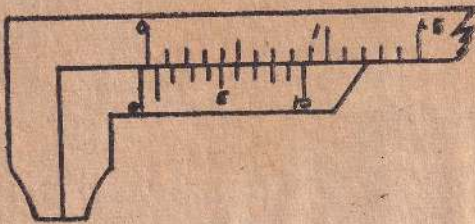
தால் கருவி பூச்சியவழி இல்லாதிருக்கின்றதாகும். படம் 48 (a)

படம் 48 (b) இல் காட்டியவாறு அலகுகள் இரண்டும் முட்டிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியம் பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியத்துக்கு வலமாக இருப்



படம் 43 (b)

பின் பூச்சியவழு நேர்வழு எனப்படும். அத்துடன் திருத்தம் எதிர் ஆகும். இங்கு வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் 4-ம் பிரிவு பிரதான அளவுத்திட்டப் பிரிவொன்றுடன் ஒன்றிருத்திருப்பதால் பூச்சியவழு $+ 4 \times .01 = + .04$ எனவும் திருத்தம் $- .04$ ஆகும்.



படம் 41 (c)

படம் 48 (c) இல் காட்டியவாறு அலகுகள் இரண்டும் முட்டிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியம் பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியத்துக்கு இடமாக இருப்பின் சுருவியின் பூச்சியவழு எதிர் எனப்படும். ஆகவே திருத்தம் நேர் ஆகும். இங்கு வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் 6-ம் பிரிவு பிரதான அளவுத்திட்டப் பிரிவொன்றுடன் ஒன்றித்தருப்பதால், செய்ய வேண்டிய திருத்தம் $+ (10 - 6) \times .01 = + 0.04$. இது வருமாறு விளக்கப்படும். வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் 6 ம் பிரிவு ஒரு பிரதான பிரிவுடன் ஒன்றித்திருக்கின்றது. ஆகவே வேணியர் திட்டத்தின் 5 ம் பிரிவு இப் பிரதான பிரிவுக்கு $.09$ சமீ. முன்னே இருக்கின்றது. ஏனெனில் ஒரு வேணியர் பிரிவின் நீளம் 0.09 சமீ. ஆகும். இவ்விதம் வேணியரின் 4ம் பிரிவு அதற்கு வலமாகவுள்ள பிரதான அளவுத்திட்ட பிரிவுக்கு 0.08 சமீ. முன்னே இருக்கும்.

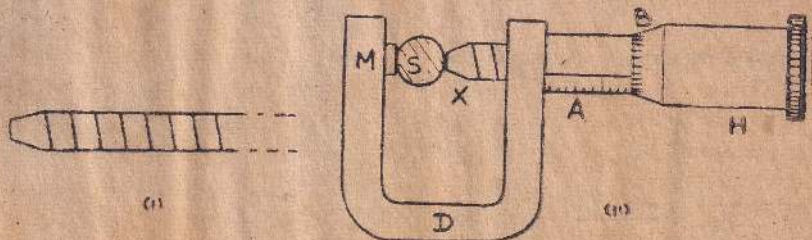
வேணியரின் 3-ம் பிரிவும் அதற்கு வலமாகவுள்ள பிரதான அளவுத் திட்ட பிரிவுக்கு 0.07 சமீ முன்னே இருக்கும். வேணியரின் 2-ம் பிரிவும் அதற்கு வலமாகவுள்ள பிரதான அளவுத்திட்டப் பிரிவுக்கு 0.06 சமீ. முன்னே இருக்கும் வேணியரின் 1-ம் பிரிவும் அதற்கு வலமாகவுள்ள பிரதான அளவுத்திட்டப் பிரிவுக்கு 0.05 சமீ. முன்னே இருக்கும். இறுயாக வேணியரின் பூச்சியப் பிரிவும் அதற்கு வலமாகவுள்ள பிரதான அளவுத்திட்ட பிரிவாகிய பூச்சியப் பிரிவுக்கு 0.04சமீ. முன்னே இருக்கும். ஆகவே இப்பெறுமானத்தை இச் சந்தர்ப்பத்தில் இறுதி வாசிப்புடன் கூட்டல் வேண்டும். வேணியர் பொருத்தப்பட்ட ஒரு மானியில் வேணியர் அளவுத் திட்டத்திலுள்ள பூச்சியக் குறியானது பிரதான அளவுத்திட்டத்தில் வாசிப்பை எடுப்பதற்கு ஒரு காட்டியாக செயற்படுகின்றது. அல்லது இது வருமாறு கணிக்கப்படும்.

$$1 \text{ பிரதான பிரிவு} = 0.1 \text{ சமீ.}$$

$$1 \text{ வேணியர் பிரிவு} = 0.09 \text{ சமீ.}$$

இங்கு வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் 6-ம் பிரிவு பிரதான அளவுத் திட்டத்தின் 5-ம் பிரிவுடன் ஒன்றுகின்றது. எனவே பிரதான அளவுத்திட்டத்தில் பூச்சியத்திலிருந்து 5-ம் பிரிவுவரையுள்ள தூரம் 0.5 சமீ. ஆகும். அத்துடன் வேணியர் அளவுத்திட்டத்தில் பூச்சியத்திலிருந்து 6-ம் பிரிவு வரையுள்ள தூரம் $0.09 \times 6 = 0.54$ சமீ ஆகும். இவ்விரு தூரங்களுக்கிடையேயுள்ள வித்தியாசம் $0.54 - 0.5 = 0.04$ சமீ. ஆகும். எனவே வேணியரினது அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியம் பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியத்துக்கு முன்னால் 0.04சமீ. இருக்கின்றது. அதனால் கருவியின் பூச்சியவழு - 0.04சமீ. எனப்படும். ஆகவே திருத்தம் +0.04சமீ. ஆகும். ஒரு பொருளின் உண்மையான நீளம் காணவேண்டின் கருவியின் இறுதி வாசிப்புடன் இப் பூச்சியவழு கூட்டப்பட வேண்டும்.

திருகாணி நுண்ணாணி



திருகாணி நுண்மாவளி கம்பிகளினதும், குண்டுப் போதிகைகளினதும் விட்டங்களை அளக்க உபயோகிக்கப்படும். இது நிலையானதும் வளைந்ததுமான D என்னும் உலோகச் சட்டத்தில் X என்னும் இயங்கத்தக்க திருகாணியொன்றைக் கொண்டுள்ளது. இத் திருகாணி ஒரு மறையினுள் இயங்கத்தக்கதாக அமைகின்றது. மறையின் மீது மில்லிமீற்றரில் செதுக்கப்பட்ட A என்னும் நேரான ஓர் அளவுத்திட்டம் உண்டு. திருகாணியானது H என்னும் குடுமியினால் இயக்கப்படும். குடுமியில் B என்னும் வட்ட அளவுத்திட்டம் செதுக்கப்பட்டுள்ளது.

திருகாணியின் புரி இடைத்தூரம் திருகாணி ஒரு முறை சுழலும் பொழுது A இன் மீது முன்னேறும் அல்லது பின்வாங்கும் தூரமாகும். இது இரு அடுத்தள்ள புரிகளுக்கிடையிலுள்ள தூரமாதலினால் புரி இடைத்தூரம் எனப்பெயர் பெற்றுள்ளது.

திருகாணியின் இழிவெண்ணிக்கை குடுமியிலுள்ள வட்ட அளவுத்திட்டத்தின் ஒரு பிரிவுக்கடாக குடுமி திருகாணியைச் சுழற்றும் பொழுது திருகாணி இயங்கும் தூரமாகும்.

அதாவது இழிவெண்ணிக்கை

புரி இடைத்தூரம்

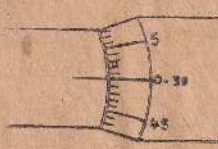
வட்ட அளவுத்திட்டத்திலுள்ள மொத்தப்பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை உதாரணமாக புரிஇடைத்தூரம் $\frac{1}{50}$ மிமீ. ஆகவும் வட்ட அளவுத்திட்டத்திலுள்ள பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை 50 ஆகவுமிருப்பின்

$$\text{இழிவெண்ணிக்கை} = \frac{\frac{1}{50} \text{ மிமீ.}}{50} = \frac{1}{100} \text{ மிமீ.}$$

$$= .01 \text{ மிமீ.} = .001 \text{ சமீ.}$$

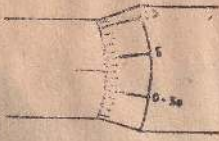
ஒரு குண்டுப் போதிகையின் விட்டத்தை அளக்க வேண்டுமாயின் படம் 49 (ii) இல் காட்டியவாறு போதிகை இரு அவகுகளுக்கு மிடையே மென்மையாக பிடிக்கப்பட்டு வாசிப்புக்கள் A இலும் B இலும் எடுக்கப்படும்.

பூச்சிய வழுவைத் துனிதல்



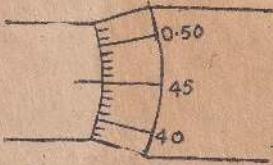
படம் 50 (a) இல் காட்டியவாறு M என்றும் அவகுடன் திருகாணி முட்டிக்கொண்டிருக்கும் பொழுது வட்ட அளவுத்திட்டத்திலுள்ள பூச்சியம் திருகாணி மறையிலுள்ள நேர்கோட்டுடன் பொருந்தின், கருவி பூச்சியவழு இல்லாதிருக்கும்.

படம் 50 (a)



படம் 50 (b) இல் காட்டியவாறு M என்னும் அலகுடன் திருகாணி முட்டிக் கொண்டிருக்கும்பொழுது வட்ட அளவுத் திட்டத்தின் பூச்சியம் திருகாணி மறையிலுள்ள நேர்சோட்டுக்குக் கீழ் இருப்பின் கருவி நேர் (+) பூச்சியவழு உடையதென்ப

படம் 50(b) படும். இங்கு பூச்சியம் அக்கோட்டுக்கு 3 பிரிவுகள் கீழ் இருக்கின்றது. ஆகவே பூச்சியவழு = $+ 3 \times .001 = + .003$ சமீ. ஆகும். ஆகவே திருத்தம் $- .003$ சமீ. ஆகும்.



படம் 50 (c) இல் காட்டியவாறு M என்னும் அலகுடன் திருகாணி முட்டிக் கொண்டிருக்கும்பொழுது வட்ட அளவுத் திட்டத்தின் பூச்சியம் திருகாணி மறையிலுள்ள நேர்சோட்டுக்கு மேலிருப்பின் கருவி எதிர்ப் பூச்சியவழு உடையதெனப்படும்.

படம் 50 (c) இங்கு பூச்சியம் அக்கோட்டுக்கு 5 பிரிவுகள் மேல் இருக்கின்றது. ஆகவே பூச்சியவழு = $- 5 \times .001 = - .005$ சமீ. ஆகும். ஆகவே திருத்தம் $+ .005$ சமீ. ஆகும்.

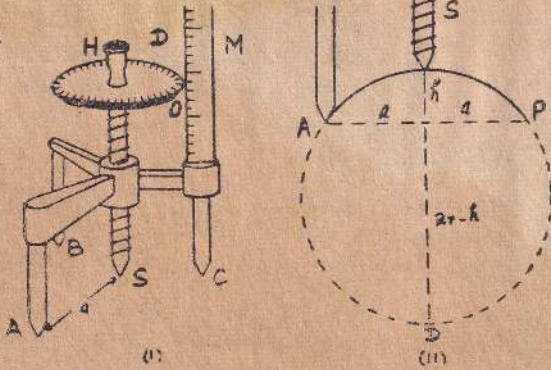
உதாரணம்:-

இத்தகைய ஒரு திருகாணி நுண்மானியின் பூச்சியவழு $- 0.005$ சமீ. அதன் இழிவெண்ணிக்கை 0.001 சமீ. ஒரு கம்பியின் விட்டத்தை அளக்கும்பொழுது A இல் 2 பிரிவுகளும் வட்ட அளவுத் திட்டத்தில் 24 பிரிவுகளும் கருவி வாசித்தது. உண்மையான விட்டம் என்ன?

$$\begin{aligned} \text{A இல் 2 பிரிவுகளின் நீளம்} &= 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ சமீ.} \\ &(\because 1 \text{ பிரிவு} = 0.1 \text{ சமீ.}) \\ \text{வட்ட அளவுத்திட்டத்தில் 24 பிரிவுகளின் நீளம்} &= 24 \times .001 = .024 \text{ சமீ.} \\ \therefore \text{ இறுதி வாசிப்பு} &= 0.224 \text{ சமீ.} \\ \text{ஆனால் திருத்தம்} &= + 0.005 \text{ சமீ.} \\ \therefore \text{ உண்மையான விட்டம்} &= 0.224 + .005 \text{ சமீ.} \\ &= 0.229 \text{ சமீ.} \end{aligned}$$

கோளமாலி

கோளமாலி வளைந்த மேற்பரப்புக்களினது ஆரைகளை அளக்க உபயோகிக்கப்படுகின்றது. உதாரணமாக வில்லைகளினதும் கோள வாடிகளினது வளைவினரைகள் இதனைக் கொண்டு அளக்கப்படும்.



படம் 51

இது படம் 51 (i) இல் காட்டியவாறு S என்னும் திருகாணியைக் கொண்டுள்ளது. H என்னும் குடுமியைச் சுழற்றுவதன் மூலம் திருகாணி S இயக்கப்படும். S ஐச் சுற்றி A, B, C என்னும் மூன்று கால்கள் இதற்கு உண்டு இக் கால்களுக்குிடையேயுள்ள தூரங்கள் சமமானவையாகும். M என்னும் நிலையானதும் மில்லிமீற்றரில் அளவீடு செய்யப்பட்டதுமான நிலைக்குத்து அளவுத்திட்டம் படம் 51(ii) இல் காட்டியவாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. D என்னும் உதாரணமாக ஐம்பது பிரிவுகளைக் கொண்ட ஒரு வட்ட அளவுத்திட்டம் M இன் வழியே, H ஐச் சுழற்றும் பொழுது இயங்கத்தக்கதாகவும் இருக்கின்றது. M என்னும் அளவுத்திட்டத்திலுள்ள வாசிப்பையும் D என்னும் அளவுத்திட்டத்திலுள்ள வாசிப்பையும் எடுப்பதன் மூலம் திருகாணி S நகரும் தூரத்தை மூன்று தசமதானத்துக்குக் காண முடியுமாகும். இதனை உபயோகிக்கும் முறை வருமாறு:

கோளமானியானது ஒரு தட்டையான கண்ணாடித் தட்டில் வைக்கப்பட்டு அதன் திருகாணி S ஆனது தட்டைத் தொடும்வரை நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது M இலும் D இலும் உள்ள வாசிப்புக்கள் குறிக்கப்படும். பின்பு வளைவினாரையை காணப்போகும் வளைந்த மேற்பரப்பின்மீது மூன்று கால்களும் நிற்கத்தக்கதாகக் கோளமானி வைக்கப்பட்டு அதன் திருகாணி வளைந்த மேற்பரப்பை தொடும்வரை சுழற்றப்படும் (படம் 51 (ii)). அப்பொழுது திருகாணி நகர்ந்த தூரம் h எனவும் A, B, C என்னும் கால்களில் ஏதாவதொன்றுக்கும் திருகாணிக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் a எனவும் கொள்ளப்பட்டிசை, r என்னும் வளைவினாரையானது $r = \frac{a^2}{2h} + \frac{h}{2}$

என்னுள் சமன்பாட்டிலிருந்து h இற்கும் a இற்கும் பெறுமானங்களைப் பிரதியிடுவதன் மூலம் பெறப்படும்.

மேற்சமன்பாடு வருமாறு நிறுவப்படும்.

படம் 51 (ii) இல் காட்டியவாறான K என்னும் காலுக்கூடா கவும் திருகாணி S இற் கூடாகவும் செல்லும் ஒரு வெட்டுறுகப் பைக் கருத்திற்கொள்க:

செத்திரகணிதப்படி.

$$SO \cdot OD = AO \cdot OP$$

$$h(2r - h) = a \cdot a = a^2$$

இங்கு S திருகாணியின் உச்சி எனவும், $SD =$ வட்டத்தின் விட்டம் $= 2r$ எனவும் கருதப்படும்.

$$\therefore r = \frac{a^2 + h^2}{2h} = \frac{a^2}{2h} + \frac{h}{2}$$

கோளமாவியின் இழிவெண்ணிக்கை

புரிஇடைத்தூரம்

$=$ வட்ட அளவுத்திட்டத்திலுள்ள பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை ஆகும்.

மேலும் பூச்சியவழு இருப்பின் அது வருமாறு துணியப்படும்.

கண்ணாடிக் தளத்தட்டில் A, B, C

என்னும் கால்கள் இருக்க திருகாணி S தட்டைக் தொடும்வரை நகர்த்தப்படும்.

அப்பொழுது வட்ட அளவுத்திட்டத்திலுள்ள பூச்சியக் கோடும் நிலைக்குத்து

அளவுத்திட்டத்திலுள்ள பூச்சியக் கோடும் படம் 52 (a) இல் காட்டியவாறு

ஒரே நேராக இருப்பின் கருவி பூச்சியவழு அற்றதெனக் கொள்ளப்படும்.



ஆனால் படம் 52 (b) இல் காட்டியவாறு வட்ட அளவுத்திட்டப் பூச்சியக் கோடு திருகாணி வலஞ்சுழியாக சுழற்றப்படும்பொழுது வந்திருப்பின், பூச்சியவழு $= -5 \times$ இழிவெண்ணிக்கையாகும்.

ஆகவே இதன் திருத்தம் $= +5 \times$ இழிவெண்ணிக்கை.

இத்திருத்தம் அவதானித்த வாசிப்புடன் கூட்டப்படும்.

படம் 52 (c) இல் காட்டியவாறு வட்ட அளவுத்திட்டப் பூச்சியக்கோடு, திருகாணி வலஞ்சுழியாக சுழற்றப்படும்பொழுது வந்திருப்பின் பூச்சியவழு $= +10 \times$ இழிவெண்ணிக்கை.

எனவே திருத்தம் $= +10 \times$ இழிவெண்ணிக்கை அதாவது கணிக்கப்பட்ட எண்பெறுமானத்திருத்தம் அவதானித்த வாசிப்புடன் இருந்து கழிக்கப்படும்.

படம் 52

ASSTANT

வெளியீடுவோர்: மாசில் பதிப்பகம்
சச்சமோட்டை வீதி, யாழ்ப்பாணம்.

அச்சிடுவோர்: நாமகள் அச்சகம்,
319, காங்கேசன்துறை வீதி, யாழ்ப்பாணம்.

2

1270/

200 4



Handwritten signature

Physics for G. C. E. A/L
Mechanics & Properties of Matter

By: **A. Karunaharn B. Sc. Lond**

நிழல் குலா R.s. 42

Marcil Publishers,
9/2 Eachamoddai Road,
JAFFNA.